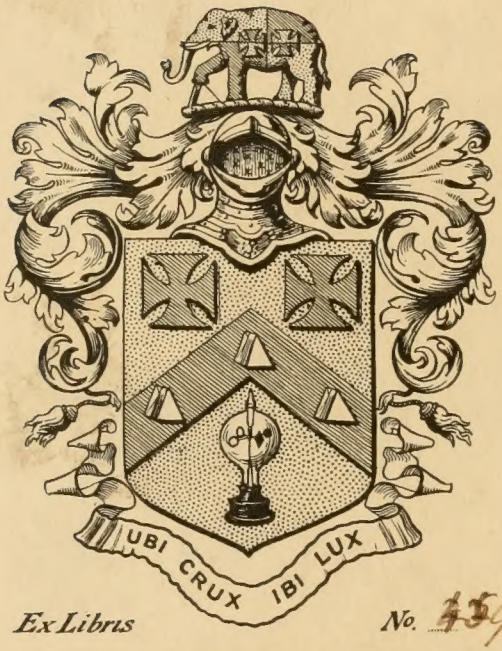


Ex Libris *No.* 459

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

TOME SEPTIÈME

REVUE GÉNÉRALE
DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUÉES

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME SEPTIÈME

1896

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS
G. CARRÉ et C. NAUD, Éditeurs
3, RUE RACINE, 3

1896

7e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

575,1 616

L'HÉRÉDITÉ EN PATHOLOGIE [1]

De tout temps, l'hérédité en biologie, en physiologie comme en pathologie, a tenu une place considérable. Il s'agit là d'un facteur qui intéresse au plus haut degré le naturaliste; le médecin, de son côté, le tient pour très important.

La découverte du monde des microbes, qui a imprimé des progrès à tant de branches de la science, à tant de problèmes, n'a pas été sans retentir sur cette question de l'hérédité. Au premier abord, la bactériologie, dans le domaine de la clinique, a paru restreindre la portée de l'action des ascendants sur les désordres ultérieurs : le mal a été proclamé l'œuvre du germe pathogène, de lui seul.

On n'a pas tardé à reconnaître que, si parfois il en était ainsi, souvent aussi les choses se passaient différemment; on a vu promptement que la préparation du terrain, modifié par des causes secondes ou par des influences familiales, fréquemment entrait en ligne de compte. On s'est bien vite aperçu qu'en s'exerçant dans le sens de l'affaiblissement, ces influences familiales appelaient l'infection, que cette infection, par voie de retour, apportait le trouble dans la descendance. — D'autre part, on a saisi le passage direct du virus des générateurs aux rejetons.

Pourvu de méthodes nouvelles, placé en face d'agents vivants précis, définis, le chercheur a bientôt pu aborder de nouveau ces études, en tenant compte avant tout des acquisitions positives, des faits nettement établis, sans se préoccuper exclusivement des doctrines relatives aux gemmules, aux plastidules, au plasma germinatif, à la préformation, à la périgénèse, à l'épigénèse, à la polarigénèse, à la pangénèse, aux sélections, aux tendances ancestrales, aux conceptions de Darwin, de Heckel, de Hertwig, d'Herbert Spencer, de Weissmann, etc. [1]

Un des points de vue les plus simples, parmi les nombreuses données du problème, est celui qui a trait au passage direct du virus; pourtant la solution n'est pas sans être encore discutée.

Quand on prétend que le placenta retient les bactéries, il est sous-entendu qu'il s'agit du placenta normal, absolument sain. Personne, en effet, lorsqu'on soutient que le rein est imperméable à l'albumine du sang ou que les filtres de porcelaine ne sont pas traversés par les agents pathogènes figurés, personne, en effet, dans ces conditions, ne songe à un rein scléreux ou dégénéré, à un filtre perforé.

Or, la plupart de ceux qui ont infirmé la loi de Brauell-Davaine se sont bornés à semer les tissus fœtaux, sans s'inquiéter de l'état anatomique de ce placenta. Quelques-uns, à l'exemple de Malvoz, de Lubarsch, de Johne, Ernst, Lehmann, etc., ont examiné cet organe; le plus souvent, pour ne pas dire constamment, ils ont, au cours de ces examens, noté des altérations; pourtant ces examens eux-mêmes plus d'une fois sont demeurés incomplets

[1] Les expériences principales rapportées en cet article ont été faites avec la collaboration de M. Gley.

[1] On lira avec le plus grand profit l'ouvrage magistral du Pr Delage : *La Structure du Protoplasma et les Théories de l'Hérédité.*

Dans les travaux de Straus, Chamberland, Perroncito, Czokor, Schmorl, Birch-Hirschfeld, Sanchez-Toledo, Frascani, Bein, Auché, Sabrazès, Chambrelent, Neuhauss, etc. certains détails manquent.

A l'heure présente, il est permis encore de se demander si l'on peut rencontrer, dans un nombre de cas suffisant pour imposer la conviction, d'une part, le délivre intact d'une façon intégrale, d'autre part, des bactéries dans les viscères des nouveau-nés. D'un autre côté, on s'est peu préoccupé des causes propres à influencer, pour une même espèce microbienne et animale, ces sortes d'inoculations intra-utérines ; on a signalé, dans ce délivre, quelques hémorrhagies, quelques tubercules, quelques désordres vasculaires; c'est tout, ou à peu près, du moins dans le domaine de l'expérimentation.

En revanche, les études anatomo-pathologiques ont révélé des modifications notables de dégénérescence graisseuse, muqueuse, etc., dans les diverses couches du placenta, des anomalies dans son insertion, dans son développement, etc. — Il résulte de ces constatations que la barrière destinée à retenir les germes est souvent imparfaite, surtout chez les infectées, dans les cas où sa protection devient le plus nécessaire. Chez ces infectées, le virus altère une série de tissus, de viscères : le rein, le foie, la rate ; on ne voit pas de raisons propres à éloigner ces altérations des éléments placentaires.

Cependant ces lésions peuvent faire défaut; les germes, néanmoins, parviennent à passer ; on est donc conduit à se demander pourquoi, en dehors de ces modifications de structure, ici le passage se réalise, tandis que là il fait défaut, variations qui se déroulent parfois sans changer de bacille.

Ces raisons, d'autres encore, nous ont amené à entreprendre des recherches, au laboratoire du Professeur Bouchard, pour apporter quelques éclaircissements dans ces questions.

I

Il nous a paru que le rôle des toxines, pour plusieurs motifs, devait être élucidé en pareille matière. Ces toxines [1] entrent en jeu dans la genèse de l'immense majorité des accidents infectieux; elles altèrent les tissus; elles jouissent de propriétés vaso-motrices ; par conséquent, elles peuvent agir sur le mécanisme de ces passages ; car l'importance de l'état anatomique du placenta, du degré de vitesse ou de pression du sang n'est plus à démontrer. Ces principes sont, en outre, hémorrhagipares; or, les hémorrhagies, nous l'avons rappelé, ont été observées dans des faits de l'ordre de ceux que nous étudions. Enfin, introduites après les germes, ces substances exaltent ces germes, surtout au point de vue de leur quantité ; elles facilitent ainsi l'invasion du filtre maternel.

Ajoutons que ces éléments existent, par définition, dans la circulation des femmes infectées; les injecter, c'est se rapprocher de ce qui se passe en clinique. Nous avons, d'ailleurs, établi, avec Gley, la part qui leur revient dans les avortements, dans certaines transmissions héréditaires.

Le 2 mai 1894, une première cobaye reçoit, en injection sous-cutanée, un demi-centimètre cube de malléine ; une seconde cobaye, un demi-centimètre cube de tuberculine ; une troisième, un centimètre cube de toxine pyocyanique. Ces trois premiers sujets, ainsi qu'un quatrième, devant servir de témoin, sont ensuite inoculés avec un centimètre cube d'une culture de bacille pyocyanogène.

Les quatre animaux sont trouvés vivants le 3 mai. — Ils sont alors sacrifiés et leurs fœtus, recueillis très aseptiquement, servent à ensemencer des tubes d'agar.

Les cultures faites avec les embryons des animaux ayant reçu des toxines sont déjà bien développées 24 ou 48 heures après ces ensemencements ; la teinte caractéristique est manifeste. Le tube de gélose qui a reçu les tissus fœtaux du sujet servant de témoin est resté stérile.

Le 5 mai, quatre femelles de cobaye sont traitées comme celles de la précédente expérience.

Le lendemain, deux animaux sont trouvés morts dans la cage. Le premier avait reçu de la malléine, le second de la tuberculine. Le sujet inoculé avec des toxines pyocyaniques et le témoin vivent encore, mais ils sont très malades. — Ils sont sacrifiés. — Des ensemencements sont faits sur agar avec les fœtus de ces différents animaux. Seuls, les fœtus de l'animal simplement inoculé n'ont pas donné de culture.

Quatre femelles de cobaye sont soumises au traitement mis en œuvre dans les deux premières séries.

Le lendemain, 20 mai, tous les animaux sont mis à mort ; leurs fœtus sont ensemencés dans des tubes de gélose, qui présentent bientôt de belles cultures, à l'exception cependant de celui du témoin, qui reste encore stérile.

Le 2 juin, les opérations faites sur les cobayes des séries précédentes sont répétées sur quatre nouveaux sujets. — Le 3 juin, le témoin seul est trouvé vivant. — Les ensemencements réalisés sur gélose donnent des résultats identiques à ceux qui ont été signalés dans les expériences que nous venons de rapporter.

Les résultats, avec des nuances bien entendu, se sont toujours produits dans le même sens; une seule fois, dans l'ensemble de nos recherches, que nous ne pouvons donner ici avec tous les détails, un témoin a fourni des fœtus contaminés. — Ces résultats, grâce surtout aux propriétés du bacille utilisé, et quoique d'autres germes venus de l'intestin puissent passer, sont néanmoins de la dernière évidence.

Les faits parlent d'eux-mêmes : les toxines ont ici favorisé notablement le passage des bactéries au travers du placenta, sans qu'on soit en droit

[1] L'usage nous oblige, en quelque sorte, à user de ce terme de toxine, qui veut dire poison microbien, sécrétion bactérienne, sans d'ailleurs comporter aucune indication de formule, comme pourrait le faire croire la désinence *ine*.

d'affirmer que toutes les toxines agissent de la sorte ; d'autre part, dans les conditions où nous nous sommes placés, malgré l'énormité de la dose, ce placenta a souvent retenu les infiniment petits, là où le poison additionnel faisait défaut. Il est vrai que la marche a été foudroyante, que les bacilles, chez les témoins, n'ont pas eu le temps de déterminer des lésions suffisantes, des modifications créés en partie, chez les sujets à la fois infectés et intoxiqués, par les toxiques additionnels.

Les glandes, dont se rapproche le délivre à quelques égards, semblent constituer, le plus souvent, d'excellentes barrières; toutefois, si le mal se prolonge, les sécrétions bactériennes lèsent ces barrières; la brèche se réalise, les agents figurés y pénètrent; la chose s'observe pour le rein, qui se laisse franchir par les parasites, quand les toxiques l'ont altéré.

Telles sont les premières données enregistrées. Ajoutons que les tissus des fœtus, chez les animaux à la fois infectés et intoxiqués, fournissent des cultures infiniment plus abondantes et plus riches en matières pigmentaires que les organes des embryons des sujets simplement infectés.

II

Ces recherches devaient nous conduire à étudier l'influence des autres poisons, à voir ce qui se passe lorsqu'on fait pénétrer dans l'organisme des substances qui, telles que l'alcool, le plomb, le mercure, proviennent du monde extérieur, ou celles qui, dans certains cas, dérivent de la vie de nos cellules, comme l'acide lactique.

En réalisant ces diverses intoxications, on se rapproche des conditions de la clinique; car, chez la femme, les professions, les excès, les vices de nutrition, peuvent faire apparaître dans l'économie ces différents principes, de même que les affections microbiennes y déterminent la présence des toxines.

Il suffit de rapporter quelques expériences pour que l'on puisse aisément juger de l'importance de ces empoisonnements dans la question étudiée :

Le 13 juin, deux femelles de cobayes reçoivent, en injection sous-cutanée, un demi-centimètre cube d'alcool absolu; deux autres cobayes, un centimètre cube d'une solution aqueuse d'acide lactique à 30 p. 100. — Ces quatre premiers animaux, plus un cinquième servant de témoin, sont ensuite inoculés avec un centimètre cube de culture en bouillon du bacille pyocyanique.

Les deux premiers sujets sont seuls trouvés vivants, le 14 juin. — Ils sont sacrifiés ; leurs fœtus, ainsi que ceux des animaux ayant succombé, sont employés à ensemencer des tubes de gélose. — Ces tubes donnent le lendemain des cultures, à l'exception cependant de celui du témoin et de celui d'un des sujets légèrement intoxiqués par l'alcool.

Le 17 juin, l'expérience précédente est répétée avec cinq autres cobayes. — Le lendemain, tous les animaux sont trouvés vivants; ils sont mis à mort. — Des tubes d'agar sont ensemencés avec les tissus de leurs fœtus ; — seuls, les fœtus des cobayes soumises à l'action de l'acide lactique et de l'alcool ont fourni des végétations abondantes.

Le 26 juin, deux cobayes reçoivent, sous la peau, un demi-centimètre cube d'une solution aqueuse de sublimé corrosif à 1 p. 100. — Ces deux premiers animaux et un troisième devant servir de témoin sont inoculés avec deux centimètres cubes d'une culture en bouillon de bacille pyocyanogène. — Le lendemain, ces animaux sont tués. — Les tubes de gélose ensemencés avec les tissus de leurs fœtus sont restés stériles.

Le 2 juillet, deux femelles de cobayes en gestation reçoivent, en injection sous-cutanée, un demi-centimètre cube d'une solution aqueuse d'acétate neutre de plomb à 1/20; deux autres cobayes, un centimètre cube d'une solution aqueuse de chlorure mercurique. Ces animaux et un cinquième, le témoin, sont ensuite inoculés à l'aide d'une culture du bacille du pus bleu.

Le 3 juillet, ces sujets sont vivants; ils sont sacrifiés. — Des tubes de gélose sont ensemencés avec les tissus de leurs embryons. — Les fœtus d'un des animaux inoculés avec le sublimé, ceux d'une des femelles soumises à l'influence du plomb et ceux du témoin n'ont pas fourni de culture; les autres ont donné des pigments.

Les conclusions se tirent d'elles-mêmes. — Il reste à déterminer les mécanismes qui permettent le passage des micro-organismes au travers du placenta des animaux intoxiqués.

Il est clair qu'au premier rang prennent place les altérations anatomiques, ces modifications qui, pour un véritable filtre, correspondraient à des fissures, à des perforations; ces causes nous sont déjà connues, aussi bien que celles qui découlent des fluctuations dans la rapidité, dans la tension du courant. — Quand il s'agit d'une paroi glandulaire, on exige à tout prix des détériorations matérielles, saisissables, pour expliquer les changements observés dans les liquides transsudés. Or, qui pourtant ignore la genèse de ces albuminuries, de ces ictères, qui surviennent en dehors de toute néphrite, de toute hépatite, sous l'influence seule des conditions physiques circulatoires, sous l'action de ces conditions qui modifient l'osmose, la dialyse, soit *in vitro*, soit dans l'économie.

On a quelque droit d'invoquer de pareils facteurs, lorsqu'on sait que les poisons, que les toxines utilisées resserrent ou dilatent les capillaires, précipitent ou ralentissent le mouvement sanguin, élèvent ou abaissent la pression. Il y a donc lieu de penser que ces propriétés rendent et plus aisé et plus fréquent le passage des germes de la mère au fœtus. — D'autres données entrent en jeu.

J'ai établi, avec Duclert, que les injections de cultures stérilisées atténuaient l'afflux cellulaire, partant la phagocytose, que provoque, chez des

sujets vaccinés, l'inoculation sous-cutanée d'un microbe dont l'immunisation a diminué la virulence.

On peut, dès lors, supposer que les ferments figurés, venus du dehors ou de l'intestin, chez les animaux intoxiqués, se multiplient plus abondamment, puisque cette intoxication a fait fléchir un des modes de défense, un des procédés mis en action pour restreindre la pullulation de ces ferments. Par suite, les tissus des femelles empoisonnées contenant plus d'infiniment petits, les chances de contamination sont plus nombreuses, tant parce que les agents de cette contamination se sont multipliés, que pour cet autre motif, à savoir que les variations dans la structure, dans la circulation, à l'instant mises en cause, s'accentuent du jour où leurs générateurs se reproduisent plus promptement.

Toutefois, ces considérations ne placent en lumière qu'une seule manière d'hérédité, la plus simple, la plus claire, l'hérédité directe, celle qui consiste dans la transmission de l'agent morbide lui-même; dans ce cas, c'est bien le mal, le virus, l'être créateur de ce mal, de ce virus, qui va de l'ascendant au descendant; le premier donne au second un de ses attributs, ou mieux, une de ses parties, un des éléments de son tout.

III

En revanche, les choses se comprennent moins rapidement, lorsque cette hérédité est indirecte, lorsqu'elle porte sur le terrain, sur la modalité nutritive, sur la manière de vivre, de fonctionner, lorsqu'elle touche aux influences exercées, parfois en dehors de véritables transmissions, par les générateurs sur les engendrés.

Depuis près de cinq ans, nous poursuivons à la campagne, Gley et moi, des séries d'expériences destinées à éclairer ces questions.

Nous avons vacciné, ou légèrement intoxiqué, à l'aide des sécrétions du bacille pyocyanique, des couples de lapins, tantôt les mâles, tantôt les femelles, tantôt les deux; ces vaccinations, ces intoxications atténuées une fois réalisées, on a réuni ces mâles et ces femelles à un moment, — vingt jours après au minimum, — où ces sécrétions étaient éliminées, suivant la notion établie par des recherches de Charrin et Rüffer, de Carl Frankel, etc. Du reste, ce qui prouve que le plus souvent les modifications enregistrées étaient dues à des influences sur la vie des cellules, non à la présence d'un élément venu du dehors, c'est que la mère exceptionnellement [1] a été impressionnée d'une façon plus marquée que le rejeton.

Les résultats obtenus se sont traduits par de la stérilité, dans un tiers des cas, par des faits nombreux de morti-natalité [1], d'avortements, de morts promptes; 64 petits environ ont succombé dès les premiers jours, alors que, pour les animaux témoins, ces accidents ne se sont produits que 5 fois sur 97.

Parmi les survivants, les uns se sont développés normalement; les autres, 11 surtout, ont offert une résistance augmentée, accroissement qui a manqué absolument chez 26 rejetons de lapins dépourvus de toxiques. Quelques-uns, 5 en particulier, ont pesé, à 4 et 6 mois, de 600 à 700 grammes, tandis que les nouveau-nés, provenant d'ascendants dans un état physiologique, atteignaient sensiblement le kilo.

Dans la foule de ces nouveau-nés, pris comme termes de comparaison, on a enregistré de légères difformités, spécialement des oreilles incomplètes, atrophiées; mais, ce que nous n'avons pas noté, en dehors des fils d'infectés, ce sont des torsions osseuses, portant de préférence sur les fémurs ou le tibia, ce sont des arrêts de développement réduisant un membre inférieur aux trois quarts, à la moitié de sa longueur, ce sont des suppressions de tout le squelette du pied, la jambe se terminant par une sorte de moignon, ce sont des perturbations variées (fig. 1 et 2), parfois groupées sur le même sujet, qui rappellent l'hémitérie de Geoffroy Saint-Hilaire, ou, dans d'autres conditions, à d'autres égards, les processus d'ectomélie, d'amputation congénitale, processus que la nécropsie pourra éclairer.

Or, que savons-nous, en pareille matière, de par l'observation? Nous savons que les femmes infectées, intoxiquées, que les femmes syphilitiques sont infécondes, qu'elles avortent, qu'elles donnent naissance à des enfants porteurs de lésions spécifiques, partant vaccinés, à des enfants qui ne vivent pas, à des enfants qui demeurent malingres, qui font des rachitiques, qui présentent des pieds-bots, des becs-de-lièvre, etc., ou encore à des enfants heureusement bien conformés.

Nous avons donc été conduits à voir l'expérimentation reproduire les différents accidents connus en pathologie, en clinique. Toutefois, ces recherches, en satisfaisant la curiosité de l'esprit à des points de vue multiples, comportent d'intéressants enseignements.

---

[1] Si, en effet, le bacille ou la toxine avaient été les agents directs de ces processus, on les aurait rencontrés plutôt chez les femelles. — On conçoit, d'autre part, à quelques égards, qu'il est plus aisé de donner un type particulier à des tissus naissants qu'à des viscères déjà en fonctions. — Toutefois, dans ces questions, surtout pour l'immunité, le père, parfois, influence le fils par l'intermédiaire de la mère; nous l'avons reconnu.

[1] A la seconde génération, autrement dit, chez ceux des rejetons qui survivent, on observe les mêmes accidents.

Elle ne se bornent pas à nous permettre d'observer sur l'animal ce qui se passe dans l'espèce humaine; elles vont au delà. Tout d'abord, elles dégagent ces faits d'hérédité des mille circonstances, manifestes ou latentes, propres à rendre ces résultats complexes. Chez une mère atteinte par le virus vénérien, ce virus a pu agir, et, au demeurant, agit souvent sur la descendance; toutefois, la misère, les émotions, les privations, les fatigues, les toxiques, les médicaments, etc., une série de facteurs ont pu jeter le trouble dans la genèse du phénomène, en apportant le contingent de leurs effets.

Chez nos animaux, rien de semblable; ils sont installés dans d'excellentes conditions hygiéniques; leur santé, en apparence du moins, paraît bonne; rien ne les distingue de leurs voisins, les témoins, si ce n'est l'intervention, l'injection des toxines; seule, cette cause a été mise en jeu pour influencer les rejetons. Vouloir faire intervenir un autre élément, c'est formuler une hypothèse purement gratuite, c'est élever une objection à laquelle n'échappe aucune expérience.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Malformations observées chez de jeunes lapins dont les parents avaient reçu des injections de toxine pyocyanique.*

IV

Nos recherches ont permis de dissocier les parts respectives du mâle et de la femelle. Quand, par exemple, nous avons voulu étudier la transmission de l'immunité, nous avons, au préalable, vacciné tantôt les deux générateurs, tantôt l'un à l'exclusion de l'autre. Cette transmission de l'immunité est toujours chose rare; mais cette rareté augmente, si la mère uniquement a été rendue réfractaire; elle devient inouie, lorsqu'on s'est adressé au père. On sait combien, à cet égard, les observations médicales pures laissent à désirer, à ce point que ce rôle du père soulève encore quelques discussions.

La méthode expérimentale simplifie donc le problème; elle isole le vrai facteur; elle le dégage des agents capables de fausser la solution; elle fixe, elle précise les données; elle va au delà; elle permet d'aborder les secrets du mécanisme des phénomènes enregistrés.

Les substances toxiques, en circulant dans un organisme, altèrent les tissus, les viscères, le rein, le foie, les glandes, l'appareil génital; l'orchite n'est pas chose impossible là où a passé la sécrétion d'un microbe, celle du bacille d'Eberth, celle du bacille pyocyanique, du microcoque de la blennorrhagie, de l'agent de la variole, des oreillons, etc. Or, cette sécrétion disparaît, la bactérie succombe; mais, malheureusement, le trouble cellulaire qui a intéressé l'épithélium générateur de spermatozoïdes ou d'ovules quelquefois persiste; ces spermatozoïdes, ces ovules sont pour toujours ou pour longtemps des organites malades, malades anatomiquement ou fonctionnellement, en tout cas malades, impropres à la procréation. Dès lors apparait un des modes pathogéni-

ques, une des raisons d'être des stérilités observées en clinique comme en expérimentation.

Toutefois, ces modifications cellulaires revêtent toutes les intensités; la vitalité peut être suffisante pour que la fécondation ait lieu; ces degrés divers d'altération sont fonction de la quantité, de la qualité des toxines, ou de la résistance du terrain, dans ce cas, de la glande génitale.

Imaginez donc la réalisation de cette fécondation c'est-à-dire la fusion de deux éléments l'un et l'autre imprégnés par des poisons que la nature ou la recherche ont introduits. L'union de ces deux éléments anormaux ne saurait donner naissance à autre chose qu'à un être lui-même anomal. En se divisant, cet être va former de nouvelles cellules; chacune d'elles, fragment de cet être, dérive d'une de ses molécules hypertrophiées, segmentées, d'un des atomes de son protoplasma. Or, ce protoplasma, par conséquent ce fragment, ces molécules, ces atomes, grâce à l'influence du principe toxique mis en jeu, n'ont jamais possédé l'énergie, l'activité nutritive physiologique. Il en résulte que ces nouvelles cellules, que leur ensemble qui constitue le nouveau-né, seront impuissantes à évoluer; elles succomberont ou se développeront d'une manière insuffisante.

Il n'est même pas nécessaire que tous les éléments soient impressionnés; étant en équilibre instable, il suffit parfois, suivant la remarque de notre regretté ami Chabry, de toucher à l'un de ces éléments pour intéresser les voisins; enlevez, dans une pile de boulets, un de ceux que l'on a placés à la base, la pyramide aussitôt se désagrège. Chabry utilisait des agents mécaniques qui lui révélaient cet équilibre physique. Nos poisons font soupçonner dans les atomes un autre équilibre, l'équilibre chimique; ils prouvent qu'un fait d'origine spontanée a pourtant une cause réelle qui a agi sur les parents; ils établissent, d'un autre côté, la possibilité de voir des monstripares bien conformés.

Si l'effet de la toxine a été uniformément réparti, ce nouveau-né, dans toutes ses parties, croîtra lentement : le nanisme sera réalisé. Si, au contraire, en raison de sa position, de la distribution du courant sanguin, tel ou tel bourgeon a reçu plus de matière nocive qu'un autre, on verra l'atrophie frapper ce bourgeon, ou encore un segment spécial, comme le membre postérieur : il y a, dans ces circonstances, hérédité partielle, attendu que la substance héréditaire ne s'est point distribuée d'une manière égale.

V

Lorsque les générateurs rendus malades ont procréé des rejetons difformes, sans être eux-mêmes mal formés, on est en droit de voir, dans ce fait, une influence de ces générateurs sur ces rejetons; mais il n'y a pas hérédité proprement dite; il n'y a pas là transmission d'un attribut possédé. — Il n'en est pas de même pour l'immunité. Dans cette hypothèse on confère aux ascendants une propriété qu'ils n'avaient pas; or, si cette propriété se rencontre chez les animaux issus de ce mâle réfractaire, accouplé à une femelle également vaccinée, on se trouve en présence de la transmission d'un caractère acquis ; cette transmission, constatée, infirme sur ce point la théorie de Weissmann. Mais il y a plus : quand on analyse le mécanisme de l'accroissement de résistance aux virus, on voit que cet accroissement résulte de la mise en jeu de défenses, les unes statiques, humorales, passives, les autres dynamiques, cellulaires, actives. Les premières consistent dans la présence, au sein des plasmas, soit de matières bactéricides, nuisibles à la parfaite évolution des germes vivants, soit de substances antitoxiques propres à atténuer l'activité des sécrétions de ces germes. Les secondes se traduisent par l'intervention d'éléments anatomiques englobant, ingérant, détruisant les infiniment petits.

Si même on veut simplifier ces données, on voit que tout dérive de la cellule. Il est bien certain, en effet, que la composition des humeurs est à la merci des solides; ces humeurs ne vivent pas; partant elles sont incapables d'ajouter, de soustraire, de modifier quoi que ce soit.

Les toxines vaccinantes, en séjournant dans l'économie, ont conduit les tissus à opérer leurs échanges dans un milieu nouveau, au contact de composés inconnus. Placés dans ces conditions, ces tissus ont acquis une modalité nutritive spéciale; à partir de ce moment, ils ont su fabriquer des corps protecteurs, nuisibles aux bactéries ou à leurs sécrétions; en outre, certains organites, en particulier, ont développé leurs attributs d'ingestion, de digestion, de ferments figurés. Ne voit-on pas les sels de plomb amener, chez les peintres en bâtiments, l'accumulation des acides, l'apparition de principes qui, auparavant, n'existaient pas ou disparaissaient, ne se rencontraient que dans de minimes proportions? — Les conditions ambiantes, les influences extérieures : voilà les grands facteurs propres à changer l'évolution des espèces!

Or, dans des cas assez rares, à la vérité, dans deux, il a été possible de constater, chez les nouveau-nés, les réactions de l'état microbicide, dûment enregistré, d'autre part, chez les ascendants. Cet état microbicide dépend de la fabrication de composés spécifiques qui ne viennent pas de l'extérieur : ils ne peuvent dériver que de ces nouveau-nés eux-mêmes. Il en résulte que ces rejetons possèdent le pouvoir de leur donner nais-

sance; comme, d'un autre côté, cet attribut était l'apanage des générateurs, il s'ensuit que les cellules de ces générateurs ont conféré cet attribut à celles des descendants; elles leur ont, de même, conféré la propriété de sécréter la bile, la salive, etc.

Du reste, les molécules de l'ovule fécondé représentent les différents éléments anatomiques du mâle et de la femelle; après s'être pour ainsi dire condensés, ces éléments s'épanouissent à nouveau, se segmentent pour former l'être dont la vie commence, de sorte qu'en définitive les atomes de cet être sont, en partie au moins, ceux de ce mâle, de cette femelle : il y a continuité de ce protoplasma. S'il y a continuité de ce protoplasma, si ce sont les mêmes organites, il n'est plus extraordinaire de rencontrer les mêmes fonctions.

Toutefois, parmi ces fonctions, il en est qui existent depuis les générations les plus reculées; il en est d'autres plus récemment constituées. Il n'y a pas lieu de se montrer surpris, quand on constate que les tissus néoformés ont perdu le souvenir de quelques-unes de ces toutes récentes acquisitions; l'inconstance de la transmission ne doit pas nous surprendre, pas plus au sujet de nos recherches que pour celles de Brown-Sequard sur l'hérédité, tandis que, si nous observions des petits incapables de saliver, à bon droit nous manifesterions notre étonnement en présence de ce défaut de mémoire des gemmules, des plastidules.

Ainsi l'expérimentation éclaire ces questions, soulève les voiles du mécanisme, de la pathogénie de ces phénomènes; cette filiation directe des cellules révèle les raisons de la transmission des aptitudes bonnes ou mauvaises, soit au point de vue anatomique, soit au point de vue physiologique.

Cette expérimentation met en lumière d'autres données. Les toxines injectées à l'animal font augmenter l'urée et fléchir le poids; je l'ai prouvé avec Chevallier, avec Desgrez. D'un autre côté, une femme enceinte, frappée d'infection, de fièvre microbienne, émet également des urines riches en urée; également, aussi, elle maigrit. D'autre part, si, durant les premiers jours, les premières semaines, on analyse le contenu vésical de jeunes enfants issus de mères atteintes, vers le 8e ou 9e mois, de tuberculose, de pleurésie putride, de pneumonie, de suppurations phlegmoneuses considérables, si on pèse ces enfants, on constate que, parfois, les déchets, les matières extractives de la sécrétion rénale dépassent la moyenne; on constate que leur croissance quotidienne se chiffre par 2, par 4, par 6, par 12 grammes, alors que celle de nourrissons témoins qui, fils de parents sains, reçoivent le même lait, oscille de 24 à 40.

VI

Quel est le lien commun entre tous ces sujets? Ce lien, c'est que, chez tous, à un instant donné, ont existé des toxines apportées ici par le chercheur, là par la maladie; ces toxines ont troublé la nutrition, ont activé la désassimilation ou entravé l'assimilation. Ainsi modifiées dans leur vie, les cellules ont conservé le type morbide créé par l'agent perturbateur, même après la disparition de cet agent; elles ont effectué une croissance insuffisante, aboutissant, comme dans quelques-unes de nos tentatives, à un véritable nanisme; elles ont édifié un être débile, un mauvais terrain.

Grâce à ces résultats obtenus avec l'aide de Gley, de Delépine, de Nobécourt, il a donc été possible de dégager quelques faits relatifs à ce mauvais terrain, de montrer que, si les parents contaminés donnent quelquefois le jour à des fils chétifs, c'est que les toxines réduisent l'apport, hâtent la destruction, font que les aliments échappent en partie, au lieu d'être retenus, utilisés presque en totalité; des notions positives tendent à se substituer à de pures affirmations.

Du reste, tout nous montre la continuité des divers désordres morbides; leur durée dépasse ordinairement celle de l'application du facteur étiologique. Ne voit-on pas l'ecchymose suivre les phases successives de la résorption, quand tout trauma a pris fin? Ne voit-on pas la sclérose du foie continuer sa marche chez un alcoolique qui trop tard a renoncé à ses erreurs hygiéniques? Les causes ou plutôt leurs interventions sont passagères; en revanche, les milieux changent; les impressions reçues par les tissus persistent. La pathologie cellulaire, la physiologie de la cellule : voilà la base des processus, des phénomènes observés; les moteurs de la première heure, microbes ou toxines, pour importants qu'ils soient, passent au second plan. Ce qu'il convient par-dessus tout de connaître, ce sont les modifications qu'ils provoquent dans la structure, dans le fonctionnement, dans les sécrétions, c'est-à-dire dans l'anatomie, dans la physiologie, dans la chimie de la cellule, modifications les unes acquises, les autres transmises.

L'hérédité, au milieu de tous les accidents morbides, joue donc un rôle considérable dans leur genèse, leur durée, leur reproduction; elle joue ce rôle en intervenant tantôt directement, tantôt indirectement; elle crée des terrains, modifie les espèces, change les types. Aussi n'est-ce pas trop des efforts réunis de l'observation et de l'expérimentation pour arriver à lui arracher quelques-uns de ses secrets.

Dr A. Charrin,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
Assistant au Collège de France.

638

ÉTAT ACTUEL DE L'APICULTURE

EN FRANCE

Dans l'Apiculture rationnelle, il faut considérer l'abeille comme une machine destinée à fabriquer le miel et la cire en quantité maximum et le plus économiquement possible; l'abeille peut être comparée sous ce point de vue à l'un quelconque des animaux de la ferme.

Toutes les spéculations entreprises dans l'exploitation rurale doivent avoir pour but le *bénéfice*; celles dans lesquelles on ne se propose que la satisfaction d'une fantaisie ou un agréable délassement n'ont rien à faire avec les considérations économiques et scientifiques qui sont la base de cette étude.

Le bénéfice sera précisément égal à la différence entre les sommes encaissées par suite de la vente des produits, et les frais de toute nature qu'il a fallu payer pour les obtenir. Les frais comprennent l'achat ou la location du sol où le rucher est établi, l'acquisition des colonies, des habitations destinées à les recevoir et du matériel nécessaire à l'exploitation, enfin du temps employé. Il est évident que l'avantage de l'apiculteur sera de réduire ces frais au minimum. Sur l'achat et la location du sol nous n'avons rien à dire à ce point de vue, la question étant subordonnée à la convenance de l'emplacement; j'insisterai, au cours de cet article, sur les économies bien entendues qu'il est possible de réaliser en ce qui concerne l'achat des colonies, des ruches et des instruments. Le temps est un facteur important, qui dépend surtout de la méthode employée, suivant que l'on se borne à laisser les abeilles en repos après les avoir placées dans les meilleures conditions possibles ou que l'on effectue sur elles des manipulations aussi diverses que répétées. Les auteurs qui ont traité des choses apicoles sont loin d'avoir sur ce point les mêmes idées.

Le problème zootechnique qui se pose à l'égard des entreprises apicoles consiste : 1° à maintenir les abeilles dans des conditions telles que ces insectes ne se trouvent jamais arrêtés dans leur développement et dans leur travail; 2° à s'emparer de leurs produits, et 3° à les préparer de manière que ceux-ci atteignent leur valeur la plus grande.

Résoudre ce problème de façon à faire apparaître en fin de compte le bénéfice net maximum, tel doit être le but visé [1].

Trois facteurs influent sur la quantité et la qualité du miel produit :

1° L'emplacement du rucher; 2° La ruche choisie; 3° La méthode adoptée.

I. — L'emplacement du rucher.

Avant toute chose, il importe d'établir le rucher dans une contrée suffisamment pourvue de plantes mellifères ; beaucoup d'apiculteurs ont échoué, faute d'avoir envisagé avec assez de soin cette condition élémentaire. Il est, au surplus, très difficile de dire *à priori* si une région donnera du miel ou n'en donnera pas, fût-elle même pourvue de plantes qui en fournissent habituellement dans d'autres régions; le sainfoin, par exemple, qui est extrêmement productif en miel dans les terrains calcaires, n'en donne que très peu dans les sols sablonneux et volcaniques; de nombreuses plantes sont dans ce cas. Il n'est donc pas possible de conclure du simple examen de la flore qu'un emplacement déterminé sera, à ce point de vue, favorable à l'établissement d'un rucher; il faudra encore tenir compte de la constitution du sol et du climat. Les contrées où la température est souvent élevée et le degré hygrométrique de l'air voisin de 0° conviennent peu à l'apiculture : ainsi, en Algérie, à Blidah, les abeilles ne sortent que le matin pendant l'été, et elles sont toutes rentrées dès huit heures.

Tout ce que l'on peut dire, d'une manière générale, c'est que les pays de calcaire tendre sont plus mellifères que les autres, pourvu qu'une chaleur et qu'une sécheresse excessives et prolongées ne dessèchent pas le nectar des fleurs.

Si l'étude de la flore peut donner des indications précieuses, une longue pratique sera donc le seul guide certain; le débutant devra rechercher s'il existe des ruches dans le voisinage et si la récolte est habituellement bonne, ainsi que la qualité du miel. Lorsque ces renseiglements manqueront, il faudra procéder avec une sage prudence en n'installant que peu de ruches pendant les deux ou trois premières années; au bout de ce temps l'expérience aura répondu d'une manière infiniment plus certaine que ne pourrait le faire l'examen botanique le plus approfondi.

Il est très avantageux, pour suivre les variations dans le travail des abeilles, d'avoir une ruche cons-

[1] Les connaissances relatives à la biologie de l'abeille, à l'organisation des sociétés que forment ces Hyménoptères, se trouvent consignées dans de nombreux ouvrages; ce serait sortir du cadre tracé au présent travail que d'entreprendre de les exposer de nouveau. Nous ne ferons que rappeler brièvement les points les plus importants, lorsque cela semblera indispensable pour l'intelligence parfaite du sujet.

tamment sur bascule (fig. 1). Une simple observation du fléau de cet instrument permet de voir si les butineuses récoltent ou non, de constater à quelle époque la miellée commence ou se termine, de savoir quelle est la consommation hivernale et de choisir le moment le plus propice pour certaines opérations telles que l'essaimage artificiel.

On choisira, pour y établir le rucher, un endroit tranquille et à l'abri des grands vents, aussi ombragé que possible. On a, dans les campagnes, la mauvaise habitude de placer les ruches en plein midi, dans l'endroit le plus ensoleillé et le plus chaud qu'il soit possible de trouver; cette situation a de multiples inconvénients : les mouches sont là beaucoup plus irascibles et attaquent quelquefois au moment de la grande miellée, lorsque le miel donne très fort et que la chaleur est très grande; sous l'influence d'une température excessive, la cire devient trop malléable, se travaille mal et parfois même se ramollit au point de ne pouvoir soutenir le poids de miel qu'elle contient; les rayons s'effondrent, engluant toute la colonie et faisant périr les habitantes en grand nombre; les colonies, échauffées au début du printemps par les premiers rayons du soleil, se livrent à un élevage prématuré du couvain, et, au moindre retour de froid, les abeilles, obligées de resserrer leur groupe, abandonnent les larves, qui périssent; la ruchée se dépeuple aussi par suite des sorties intempestives des abeilles en mauvaise saison.

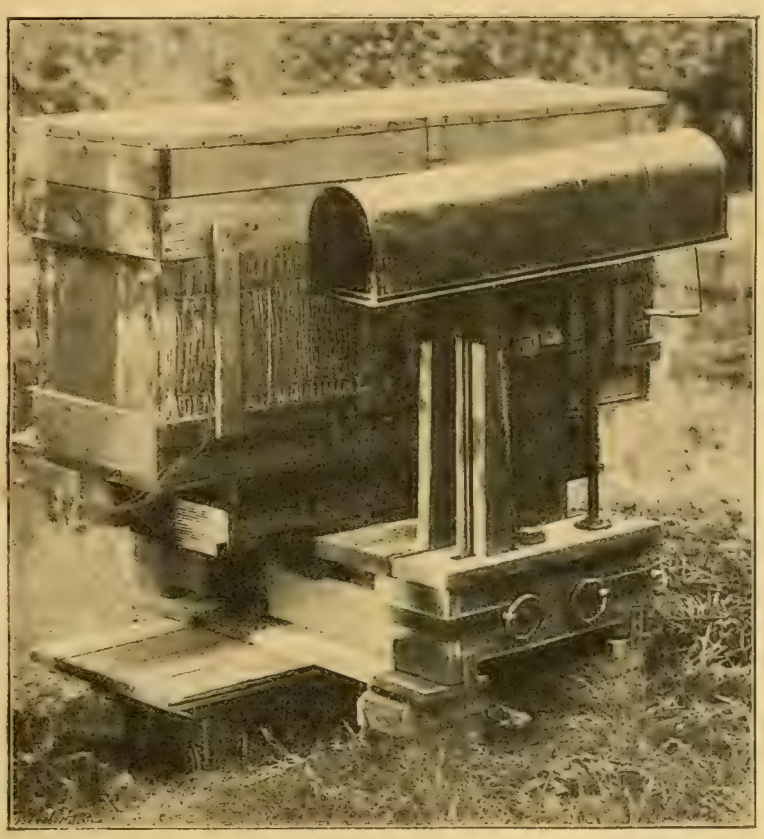


Fig. 1. — *Ruche Layens à 30 cadres sur bascule au rucher de Durtol.*

L'orientation des habitations n'a que très peu d'importance lorsque celles-ci sont bien à l'ombre; l'expérience prouve cependant que les bonnes colonies à l'exposition du nord sont celles qui consomment le moins pendant l'hivernage et rapportent le plus.

On peut placer les ruches en plein air (fig. 2, 3 et 9) ou dans des pavillons. Je considère l'établissement d'un pavillon comme une dépense inutile; la récolte est, il est vrai, à l'abri des maraudeurs; mais, au point de vue du rendement, l'avantage est absolument nul. Dans ces sortes d'abris, on est conduit, pour économiser de la place, à superposer les ruches en deux ou trois étages. Celles du bas se comportent bien, celles du premier étage réussissent moins, et celles de l'étage supérieur se conduisent moins bien encore. Dans les régions ou l'apiculture est la plus florissante, toutes les colonies sont en plein air.

Des ruches régulièrement disposées offrent un coup d'œil beaucoup plus joli que lorsqu'elles sont disséminées çà et là sans ordre. C'est cette dernière disposition cependant qu'il conviendra de préférer, les trous de vols étant tournés dans des directions différentes. Les ouvrières et surtout les reines s'orientent beaucoup mieux au retour du vol nuptial, moins de ruches deviennent orphelines par suite d'une jeune reine fourvoyée dans une ruche étrangère. L'abbé Martin, président de la Société d'Apiculture de l'Est, a constaté que dans un rucher couvert, où les ruches sont très rapprochées et régulièrement disposées, il perdait tous les ans 20 pour 100 de reines. La disposition en lignes régulières n'est recommandable que lorsqu'on dispose d'une étendue très considérable et que les ruches peuvent être éloignées de 2 ou 3 mètres sur les lignes avec un espacement de 3 à 4 mètres entre les lignes (fig. 2, 3 et 9). Les ruches devront être posées bien d'aplomb sur des supports solides, et leur horizontalité déterminée aussi bien que possible à l'aide du niveau à bulle d'air. Cette horizontalité a une assez grande importance au point de vue de la régularité dans la construction des rayons.

Fig. 2. — *Rucher de M. Hommell à Durtol (Puy-de-Dôme). — Côté du Midi.* 100 ruches Layens à 30 cadres.

Fig. 3. — *Rucher de M. Hommell à Durtol. — Côté du Nord.*

Le nombre de colonies que l'on peut réunir dans un seul rucher dépend des ressources mellifères de la région. La meilleure manière de s'en rendre compte est de débuter avec un nombre restreint de ruches et d'augmenter petit à petit, en notant exactement les rendements d'année en année. Lorsque l'on constatera que la récolte reste stationnaire quoique le nombre des ruches augmente, on pourra en conclure que l'on a atteint ou même dépassé le maximum. A titre d'indication, les apiculteurs expérimentés estiment que, dans un pays médiocrement mellifère, il ne faudra pas dépasser 50 à 60 colonies pour un territoire de 3 kilomètres à la ronde et que 100 est le nombre maximum pour une région bien mellifère.

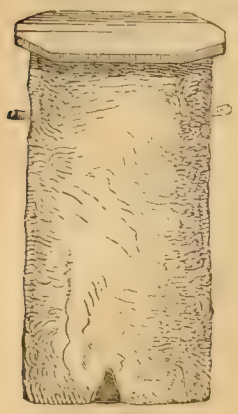


Fig. 4. — *Ruche formée par un tronc d'arbre.*

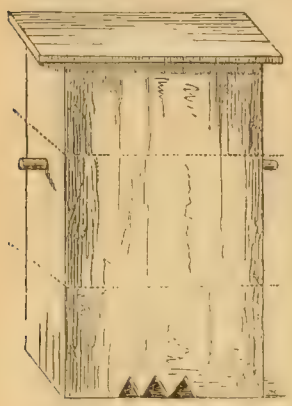


Fig. 5. — *Ruche vulgaire en planches.*

Si l'on veut mettre de l'ordre dans la conduite de l'exploitation, il sera indispensable de numéroter les ruches et de tenir un registre où seront consignées toutes les opérations effectuées et les observations intéressantes que l'on pourra faire dans le cours de l'année. On devra noter, par exemple, lors de la visite au printemps: 1° le nombre des cadres de couvain que contient chaque colonie, pour connaître ainsi celles qui possèdent les reines les plus fécondes; 2° l'état de la population, de manière à ne faire, à l'occasion, des essaims artificiels qu'avec les familles les plus aptes à en produire; lors de la mise en hivernage, on évaluera avec exactitude les provisions en miel laissées à chacune, ce qui permettra de venir sans hésitation au secours des plus nécessiteuses, si la miellée est particulièrement tardive et l'année mauvaise.

Fig. 6. — *Ruche Landaise.*

II. — Choix de la Ruche.

§ 1. — Coup d'œil sur l'évolution historique de la Ruche.

Le premier, qui, bravant la piqûre des abeilles, s'empara d'une colonie et la transporta près de sa demeure, le fit probablement en emportant le tronc d'arbre même ou les mouches s'étaient logées, et les essaims qui en sortirent reçurent, sans doute, des domiciles semblables. Cette ruche primitive (fig. 4) se retrouve encore en beaucoup d'endroits; la difficulté de trouver des arbres excavés naturellement ou de les creuser, porta l'homme à fabriquer des habitations de forme quelconque avec des matières diverses : argile, branches flexibles tressées, paille, etc., (fig. 5, 6 et 7).

Fig. 7. — *Ruche vulgaire en bois tressé.*

Tout le monde connaît la ruche vulgaire en paille, en forme de dôme (fig. 8 et 10), dans laquelle les abeilles suspendent à demeure leurs rayons contre les parois (fig. 11 et 12).

C'est là le type des *ruches à rayons fixes*, dont les inconvénients sont nombreux : elles ne permettent pas de se rendre compte de ce qui se passe dans l'intérieur et, par suite, de parer aux accidents et aux maladies qui peuvent se produire; la récolte y est difficile et compliquée; elles sont forcément trop petites, parce que, si on leur donnait les dimensions que nous fixerons plus loin comme les plus convenables, leur poids deviendrait si considérable au moment de la récolte, que leur manipulation, qui doit se faire *en bloc*, serait pratiquement impossible.

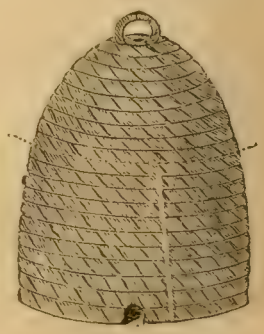


Fig. 8. — *Ruche vulgaire en paille.*

On a cherché à parer à ces défauts en plaçant au-dessus du corps de ruche, ouvert à sa partie supérieure, une *calotte* ou *chapiteau* dans laquelle les abeilles déposaient le surplus de leurs provisions (fig. 13 et 14); pour effectuer la récolte, l'apiculteur se contentait d'enlever la calotte remplie de miel. Dans les années très favorables, la calotte étant insuffisante, on interposa entre elle et le corps de ruche des cylindres de paille de même diamètre en plus ou moins grand nombre; on obtint ainsi la *ruche à hausses* (fig. 15, 16 et 17);

Fig. 9. — *Rucher de M. Hommell à Durlol — Côté du Midi et Laboratoire.*

ou bien, comme dans la *ruche à arcades*, on augmentait la capacité de l'habitation en ajoutant des arceaux à la suite les uns des autres (fig. 18).

L'idée vint un jour de rendre mobiles les rayons eux-mêmes, de manière à pouvoir les sortir de la ruche et les y replacer, indépendamment les uns des autres. Les apiculteurs grecs de l'Archipel des Cyclades semblent avoir été les premiers à se

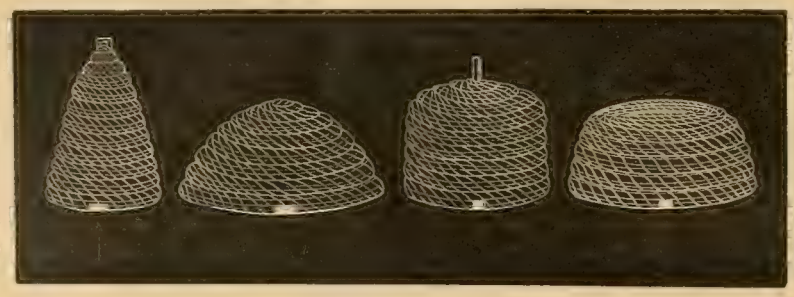


Fig. 10. — *Ruches vulgaires en paille.*

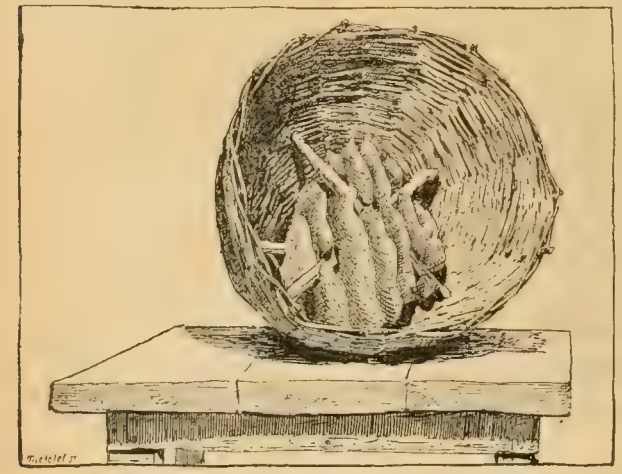


Fig. 11. — *Ruche fixe renversée où les abeilles ont commencé à construire.*

servir de cette amélioration. D'après Contardi (1768), il serait d'un ancien usage, dans ce pays, de munir

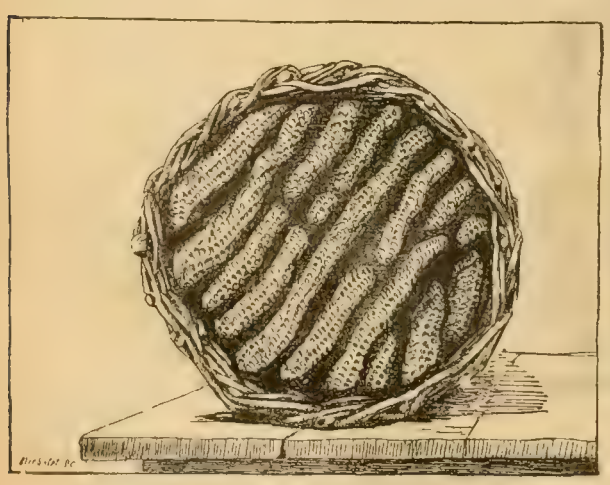


Fig. 12. — *Ruche fixe renversée pleine de rayons.*

les ruches d'osier, qu'on y emploie, de petites barres un peu éloignées les unes des autres, auxquelles les abeilles suspendent leurs rayons. Della Rocca signale ce mode de procéder comme existant encore à son époque (1790) dans l'île de Candie où il rendait de grands services au moment de l'essaimage : « Par ce moyen, dit cet auteur, dans le temps des essaims, avant que ceux-ci commencent à sortir, les propriétaires visitent les ruches une à une avec leurs rayons, et, lorsqu'ils trouvent des cellules royales déjà formées et garnies de nym-

Fig. 13. — *Ruche à calotte, des Vosges.*

Fig. 14. — *La même, la calotte soulevée.*

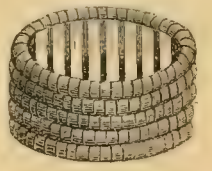


Fig. 15. — *Hausse en paille.*

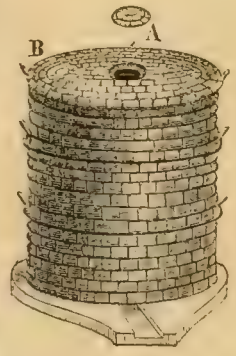


Fig. 16. — *Ruche à trois hausses en paille.*

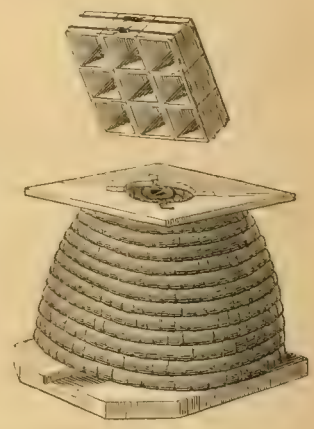


Fig. 17. — *Ruche vulgaire recevant une hausse à section.*

phes en dedans, ils distribuent les barres avec les rayons en plus d'une ruche, et, suivant que la saison annonce plus ou moins d'abondance de récolte en miel et en cire, ils forment d'une ruche plus ou moins d'essaims. » C'est, en germe, l'idée non seu-

lement des cadres mobiles, mais encore de l'essaimage artificiel.

On conçoit facilement ce que ce dispositif présentait de défectueux : les rayons, n'étant pas entourés de montants sur les côtés, étaient collés par les abeilles le long des parois de la ruche; leur décollement à l'aide d'un couteau était chose malaisée; de plus, les rayons, une fois sortis, n'étant supportés qu'à la partie supérieure, devaient se détacher et se rompre facilement.

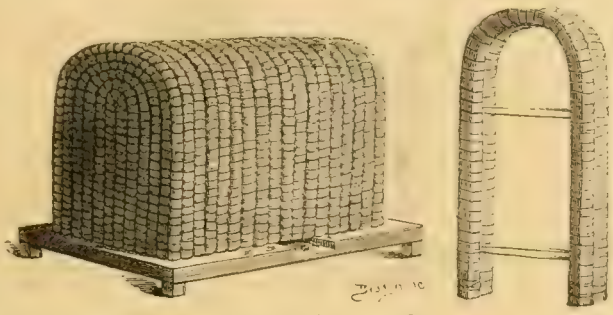


Fig. 18. — *Ruche à arcades.*

Huber, en 1792, inventa sa *ruche à feuillets*, qui diffère notablement des ruches à cadres mobiles actuelles; les rayons y sont, en effet, non suspendus, mais placés les uns à côté des autres; le corps de ruche n'existe pas en réalité, ou plutôt il est constitué par la juxtaposition des parois latérales des cadres eux-mêmes ; ceux-ci sont donc extérieurs (fig. 19 et 20).

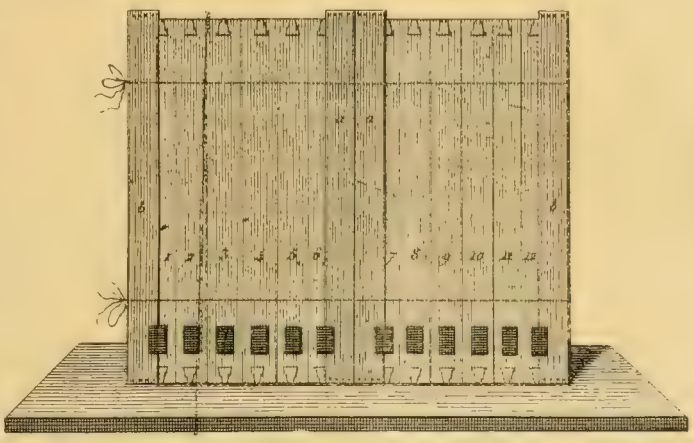


Fig. 19. — *Ruche à feuillets de Huber, fermée.*

En 1838, Dzierzon construisit une ruche dans laquelle les rayons étaient suspendus, tantôt à de simples traverses taillées en biseau en dessous, tantôt à ces mêmes traverses pourvues de montants. C'est, en somme, à bien peu de chose près, le système des anciens Grecs. En 1844, Debeauvoys, en France, imagina un cadre complet, mais aussi large que l'intérieur de la ruche et touchant, par conséquent, les parois latérales de la caisse; il en résultait qu' au bout de peu de temps, les montants verticaux du cadre étant « propolisés » et collés contre les parois, la sortie des rayons devenait très difficile, sinon impossible.

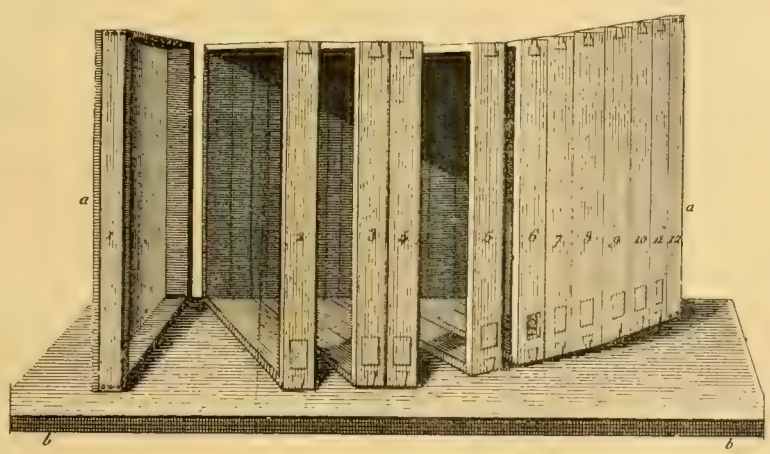


Fig. 20. — *Ruche à feuillets de Huber, ouverte.*

L'américain Langstroth prit, en 1852, un brevet pour la ruche qui porte son nom et dans laquelle « les rayons étaient attachés à des cadres mobiles et suspendus de manière à ne toucher ni le dessus, ni les côtés, ni le bas de la ruche. » Berlepsch, en 1853, fit connaître en Allemagne sa ruche, dont les cadres jouissent des mêmes avantages de mobilité que dans celle de Langstroth.

La ruche à cadres mobiles, telle qu'elle est employée aujourd'hui, était trouvée. On a déterminé, par l'observation et la pratique, les espaces qui doivent exister entre les cadres, entre les côtés de ces cadres et les parois de la ruche. Il est indispensable d'observer, lors de la construction, ces distances au millimètre près ; l'abeille ne tolère entre ses bâtisses que l'espace juste nécessaire à son passage ; s'il y a trop de place, elle intercale des constructions supplémentaires qui réunissent les rayons ensemble et en suppriment la mobilité.

Les cadres doivent être distants de 38 millimètres de centre à centre; l'espace entre les traverses supérieures des cadres doit être de 12 à 13 millimètres; entre le fond de la ruche et la traverse inférieure, 15 millimètres; entre la paroi de la ruche et le montant vertical, $7^{mm},5$.

Un cadre mobile (fig. 21) se compose de deux lattes verticales, une horizontale inférieure et une supérieure, appelée *porte-rayon;* cette dernière déborde un peu de chaque côté, et le cadre, reposant, par ces prolongements, sur une feuillure de la paroi, est suspendu dans la ruche, entièrement libre de tous les côtés. On cloue presque toujours sous le porte-rayon une traverse de renfoncement.

§ 2. — Théorie de la Ruche.

Il y a lieu de considérer dans une ruche : 1° La forme et la capacité de l'habitation; 2° La forme, la dimension et la direction des cadres; 3° L'agencement et la construction de la ruche.

1. *Forme de la Ruche.* — La forme de l'habitation est seulement subordonnée à l'économie et à la

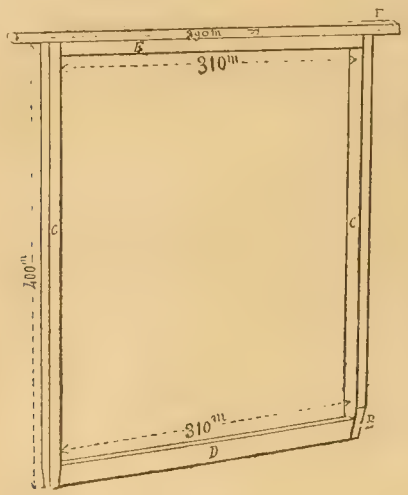


Fig. 21. — *Cadre de la Ruche Layens.* — C C, côtés du cadre coupés en bas en biseau B; D, traverse inférieure; F, traverse supérieure; E, traverse de renforcement.

commodité; c'est pourquoi l'on adopte généralement le parallélipipède rectangle qui permet l'emploi de cadres rectangulaires, les moins coûteux et les plus faciles à établir. Il existe des modèles à cadres circulaires, mais c'est une erreur de prétendre que les ruches cylindriques ou coniques sont préférables aux autres au point de vue de la conservation de la chaleur; elles sont seulement équivalentes, pourvu que la capacité et l'agencement soient les mêmes; l'effet que pourrait avoir la forme intérieure est entièrement anihilé par la présence des rayons.

La capacité exerce, au contraire, une influence prépondérante; elle est déterminée par la nécessité de n'entraver jamais ni le développement ni le travail de la colonie.

Il convient de distinguer, dans une ruche, l'espace où la reine dépose sa ponte — c'est le *nid à couvain*, — et celui où les ouvrières déposent le surplus de leurs provisions; ce dernier est le *magasin à miel.* Une ruche devra toujours être assez grande pour que la place réservée à l'une de ces destinations ne soit pas réduite par l'extension de l'autre.

La reine commence, d'habitude, sa ponte dans l'endroit le plus aéré, c'est-à-dire en face du trou de vol; cette ponte, qui débute dans nos climats dès la fin de janvier, croît au fur et à mesure que la température s'élève, pour atteindre, dans la belle saison, une moyenne de 3.500 œufs en 24 heures. On sait que, pour parvenir à son complet développement, l'œuf qui produira une ouvrière doit rester 21 jours dans la cellule qui l'a reçu et passer, pendant ce temps, par les phases de larve et de nymphe, avant de sortir à l'état d'insecte parfait. Par conséquent, pour recevoir, pendant 21 jours, les 3.500 œufs que la reine est capable de pondre toutes les 24 heures, il faudra 3.500×21, soit 73.500 cellules, jusqu'à ce que l'alvéole occupée la première soit redevenue libre, pour recevoir une nouvelle ponte.

Ce n'est pas tout encore : il faut comprendre dans le nid à couvain une certaine place pour loger les provisions de miel et de pollen nécessaires à l'alimentation de la larve pendant la durée de son incubation. Or, Berlespch a établi, à la suite d'expériences précises, que 1.000 larves consomment 131 gr. 53 de miel et de pollen mélangé d'eau, soit, pour 73.500, une consommation totale de 9 kg.,667. Un décimètre carré de rayon, contenant, y compris les deux faces, 850 cellules d'ouvrières, peut loger 315 grammes de bouillie alimentaire; pour loger les 9 kg.,667, il faudra donc 30 d. m²,68 ou 26.000 cellules. Au total et en nombre rond, 100.000 cellules seront indispensables pour le seul nid à couvain.

La capacité qu'il faudra donner au magasin à miel dépend des ressources mellifères de la contrée où la ruche est installée; il est donc impossible de donner ici des chiffres tout à fait précis. Les grandes ruches, telles que nous les demandons, avec des reines fécondes, contiennent 100.000 ouvrières, parmi lesquelles 80.000 iront butiner aux champs, et 20.000 resteront occupées aux travaux intérieurs: on estime, d'autre part, que 1.000 abeilles, au moment de la grande miellée et dans une région un peu favorable, emmagasinent environ 30 grammes par jour, déduction faite de leur consommation quotidienne et de celle du couvain; si, partant de là, nous admettons une durée de 15 jours de récolte, 80.000 abeilles pourront rapporter pendant ce temps 36 kilos; 10.000 cellules-opercules contiennent 4 kilos de miel; il faudra donc, pour loger cette récolte, 90.000 cellules.

En résumé, une ruche, pour remplir, au point de vue de la capacité, les conditions indispensables,

doit renfermer environ 200.000 alvéoles. On peut exprimer autrement cette capacité en sachant que 10.000 cellules équivalent à 4 litres et occupent les deux faces d'un rayon de 12 décimètres carrés; cela veut dire que la contenance de la ruche devra être de 80 litres, et que les rayons qu'elle est susceptible de contenir présenteront une surface utile de 240 décimètres carrés.

grandes essaiment rarement, la population n'y étant presque jamais à l'étroit. Cette suppression de l'essaimage naturel est un point capital pour l'obtention de fortes récoltes, la division de la famille se produisant toujours au moment précis et très court de la miellée, pendant lequel le nombre des butineuses doit être le plus considérable.

Les petites ruches en paille, en usage dans les

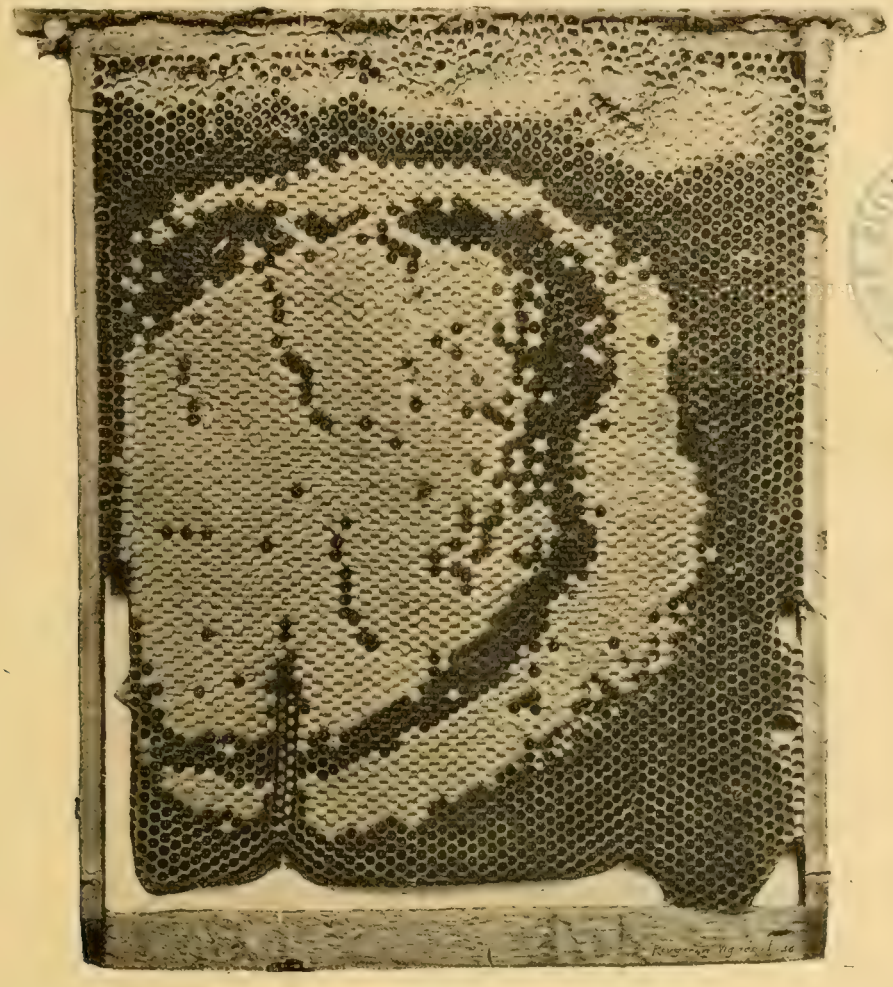


Fig. 22. — *Disposition du miel et du couvain dans un cadre haut.* — A la partie supérieure, miel operculé; la grande plaque centrale représente du couvain d'ouvrières. — (Photographie communiquée par M. de Layens.)

L'observation confirme absolument ces chiffres. Tous les apiculteurs savent que les ruches d'où sortent les plus gros essaims sont celles qui fournissent le plus de miel; or, M. de Layens a remarqué que les ruches de

30 à 35	litres	donnent des	essaims de	2 à 3 k.
40 à 60	—	—	—	3 à 4 k.
80 à 150	—	—	—	5 à 6 k.

Par suite, pour qu'un essaim naturel soit maximum, c'est-à-dire aussi bon que possible, la ruche qui le fournit doit avoir au moins 80 litres de capacité. Il convient de remarquer que des ruches aussi

campagnes, ne cubent guère plus de 35 litres, souvent beaucoup moins; les faibles rendements qu'on en obtient n'ont donc rien de surprenant.

2. *Forme, dimension et direction des Cadres.* — Etant donné que la ruche doit être grande, il est évident *a priori* que les cadres devront l'être également. En principe, leur dimension n'est limitée que par des nécessités de manipulation et de solidité. Les abeilles accumulent leurs provisions d'hiver à la partie supérieure du rayon (fig. 22); la hauteur de miel est suffisante lorsqu'elle atteint

6 à 7 centimètres, même dans les régions les plus froides des Alpes; d'autre part, on sait que le plus grand diamètre des cercles de ponte de la reine, dans une colonie en parfait état, est de 30 à 35 centimètres; il en résulte qu'un cadre de 40 centimètres de hauteur sur 30 à 35 centimètres de largeur réunit toutes les conditions nécessaires à un bon hivernage et au plus rapide développement du couvain. Au Congrès d'Apiculture de 1891, le cadre de 12 d. m². de surface a été adopté comme *cadre national français*; ce cadre est excellent, surtout dans sa forme haute (40×30 centimètres); non-seulement ses dimensions sont très convenables au point de vue théorique, mais encore son emploi simplifie au maximum les calculs, puisqu'il contient 10.000 cellules et 4 kilos de miel lorsqu'il est rempli.

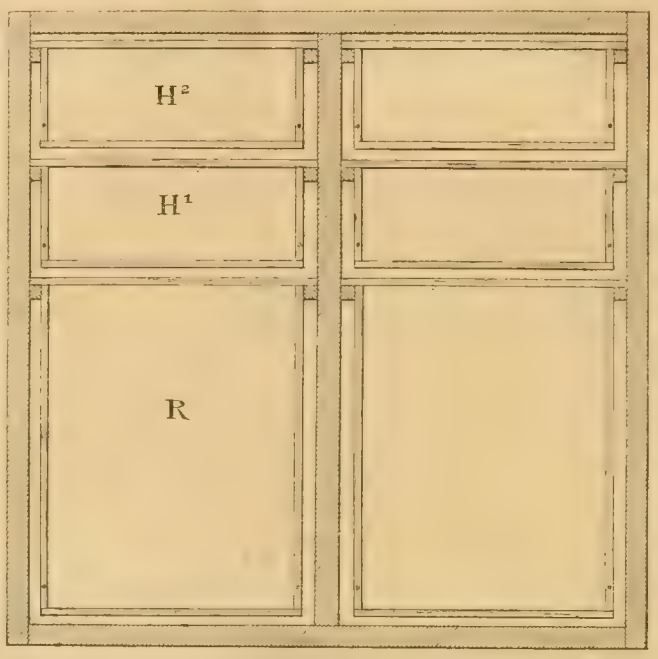


Fig. 23. — *Coupe de la Ruche Burki-Yeker (Bâtisses chaudes).* — R, corps de la ruche; H¹, première hausse; H², deuxième hausse.

Au point de vue de la forme, le cadre peut être carré, plus haut que large ou plus large que haut.

Le cadre haut est préférable parce qu'il se rapproche le plus des constructions que les abeilles établissent à l'état naturel, c'est-à-dire à l'air libre ou dans des cavités illimitées, et des indications de l'expérience.

Le *trou de vol* est l'ouverture par laquelle les abeilles entrent et sortent; c'est par là aussi que se fait le renouvellement de l'atmosphère intérieure. Les cadres peuvent être placés parallèlement au trou du vol, — ils sont dits alors en *bâtisses chaudes* (fig. 23); ou perpendiculairement à cette ouverture, en *bâtisses froides* (fig. 24). La disposition en bâtisses chaudes se trouve dans la ruche Burki-Yeker, par exemple (fig. 23).

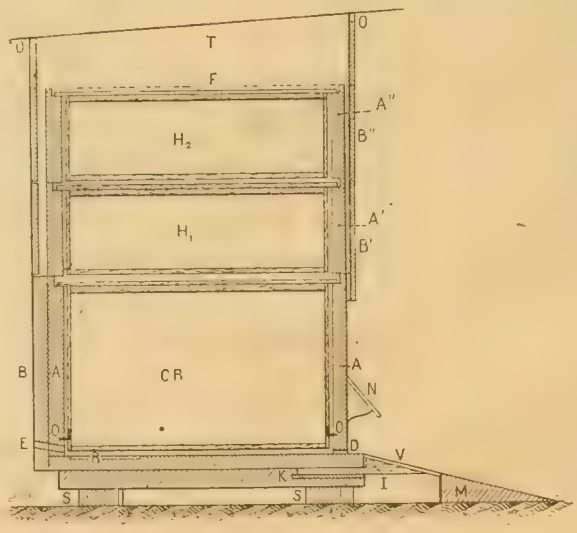


Fig. 24. — *Coupe de la Ruche Dadant à hausses et à cadres bas (Bâtisses froides).* — CR, corps de ruche; H_1, H_2, hausses; A, A', A", parois du corps de ruche et des hausses; F, paillasson; T, toiture; O, trou d'aération; N, auvent abritant le trou de vol D; V, planche de vol.

Elle est très défectueuse, parce que, pour examiner le cadre le plus antérieur, il faut, au préalable, sortir tous les précédents, tandis que dans les ruches s'ouvrant par le haut, on peut retirer un rayon quelconque sans déranger les autres; ce premier rayon, en fermant l'entrée, annihile presque complètement l'action aérante du trou de vol. Pendant l'hivernage, les abeilles se massent toujours sur les premiers cadres, les plus rapprochés de l'ouverture; lorsque les provisions y sont épuisées, elles meurent parfois de faim, faute d'avoir pu passer, à cause de la persistance du froid, sur les cadres placés derrière et encore pleins de miel. Avec les bâtisses froides, les insectes, se massant à la partie antérieure d'un plus grand nombre de cadres aérés de la même manière, trouvent, sans avoir besoin de changer de rayon, toute la nourriture qui leur est nécessaire jusqu'à la fin des froids.

3. — *Agencement et construction de la Ruche.* — Au point de vue de leur agencement, on peut distinguer les *ruches horizontales*, dont la *Layens* est le type le meilleur, et les *ruches verticales*, dont la *Dadant* offre le modèle le plus convenable. Les premières se distinguent en ce que le magasin à miel est placé à côté du nid à couvain dans la même caisse, tandis que, dans les ruches verticales, ce nid à couvain occupe tout entier un récipient inférieur ou *corps de ruche* auquel on superpose, au moment de la miellée, des *hausses* également à cadres mobiles et dont l'unique

rôle doit être de servir de magasin à miel (fig. 24, 25 et 26).

La théorie et la pratique établissent que les ruches horizontales sont préférables aux verticales; ces dernières sont forcément à cadres bas, c'est-à-dire plus larges que hauts, pour obliger les abeilles à placer les provisions dans les hausses; leur hauteur maximum doit être d'environ 30 centimètres, égale au plus grand diamètre d'un cercle de ponte. Il y a, par suite, une solution de continuité entre le miel et le couvain, ce qui ne se rencontre jamais à l'état naturel; lorsque les mères sont d'une excessive fécondité, la ponte peut s'étendre jusque dans le magasin, et il m'est arrivé dans ces conditions de rendre mes Dadants orphelines (le cadre a 27 centimètres de haut) en récoltant la hausse avec la reine qui s'y trouvait. Avec les cadres bas, le miel d'hivernage est déposé sur les côtés du groupe et non pas au-dessus, comme cela se produit chez les colonies à l'état libre; il en résulte parfois que la famille meurt de faim quoique possédant encore des provisions en arrière, lorsque les grands froids se prolongent très longtemps sans interruption. La présence des hausses a encore l'inconvénient de rendre la conduite et les visites plus difficiles et plus compliquées; ces ruches, malgré leur capacité, essaiment assez souvent, les abeilles aimant parfois mieux se diviser que de monter dans le magasin.

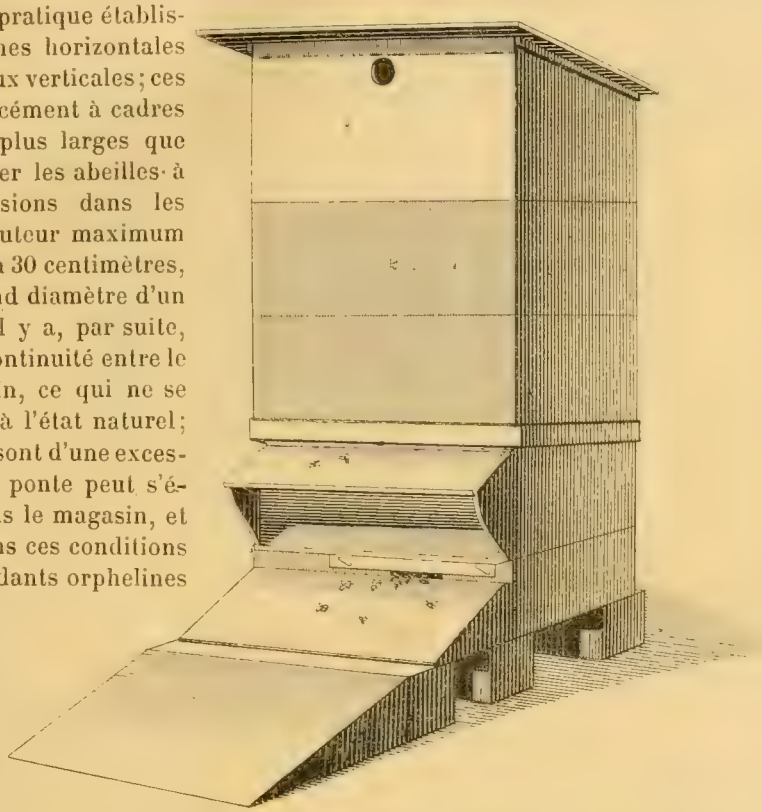


Fig. 25. — *Ruche Dadant avec deux hausses*

Je préfère de beaucoup la ruche Layens, aussi simple que possible à conduire, et qui satisfait complètement aux exigences biologiques des colonies.

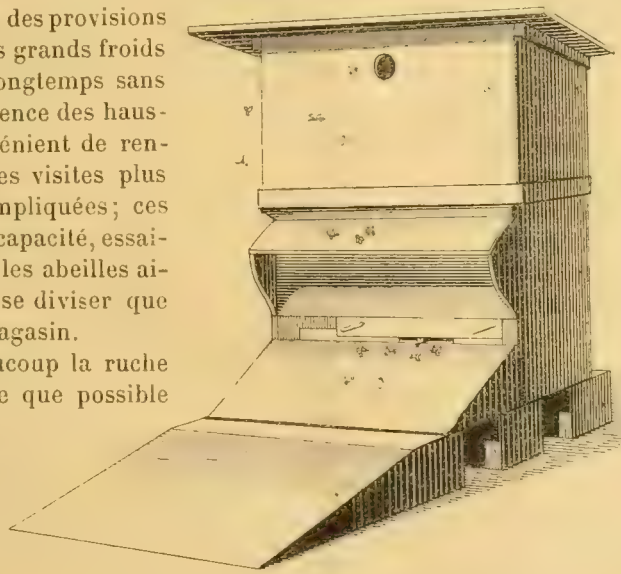


Fig. 26. — *Ruche Dadant sans hausses.*

Le bois est la matière à la fois la moins coûteuse et la plus durable pour la construction des ruches. L'emploi de lames de parquet en sapin rouge du nord de 115 millimètres de largeur sur 7 mètres de longueur, avec une épaisseur de 24 millimètres, est recommandé parce qu'il n'y a presque point de perte de bois; ces lames s'emboîtent les unes dans les autres, par rainures et languettes, et l'assemblage ainsi obtenu a le grand avantage de ne jamais se déformer. Les cadres sont établis avec des lattes de 8 millimètres d'épaisseur sur 25 millimètres de largeur. On assure la protection contre les variations de température en clouant des paillassons sulfatés sur les parois antérieure et postérieure; la toiture est en tôle galvanisée et fixée au corps de ruche par des charnières; elle se rabat en avant pendant les visites et protège l'opérateur des abeilles qui entrent et qui sortent par le trou de vol. Les figures 27 à 32, sont suffisantes pour faire connaître les dimensions et les détails de la construction.

III. — Les méthodes apicoles.

Nous ne nous arrêterons pas à envisager et à discuter la manière de faire de la plupart des paysans de nos campagnes, qui, vivant dans l'ignorance des mœurs de l'abeille, ne se préoccupent en rien du bien-être des colonies, et dont tout le savoir consiste à recueillir tant bien que mal un essaim, à récolter le miel et la cire, par des procédés rudimentaires,

où l'étouffage des ruchées tient souvent la première place. Il n'y a là qu'absence complète de méthode et par suite rien à dire.

§ 1. — Méthode artificielle et Méthode naturelle.

Parmi les praticiens qui s'ingénient sans cesse à chercher les meilleures modes d'exploitation, deux camps opposés sont en présence. Les uns, faisant bon marché du temps employé, se sont faits les ardents défenseurs de multiples et incessantes manipulations, nécessaires, disent-ils, pour obtenir le produit maximum ; nous pouvons qualifier leur méthode d'*artificielle* ou *compliquée*, par opposition à l'autre, que nous appellerons *simple* ou *naturelle*. Dans cette dernière, on se borne à placer les colonies dans des conditions qui se rapprochent le plus de celles où elles prospèrent le mieux dans l'état de nature et à les laisser ainsi jusqu'au moment de la récolte, qui coïncide avec celui de la mise en hivernage.

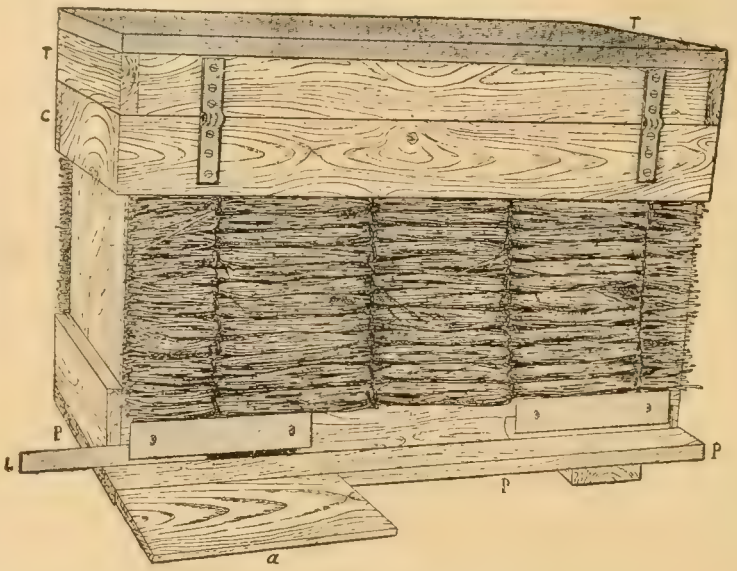


Fig. 27. — *Ruche Layens construite en sapin rouge du Nord.*

C C C, corps de la ruche, en partie recouvert de paille et percé, en avant et à gauche, d'une entrée munie d'une porte L; à droite, en bas, est une autre entrée semblable qui peut remplacer la première; T T, toit recouvert de tôle galvanisée et relié au corps de la ruche par deux fortes charnières en fer; P P, plateau faisant saillie en avant et portant une planchette *a* devant l'entrée.

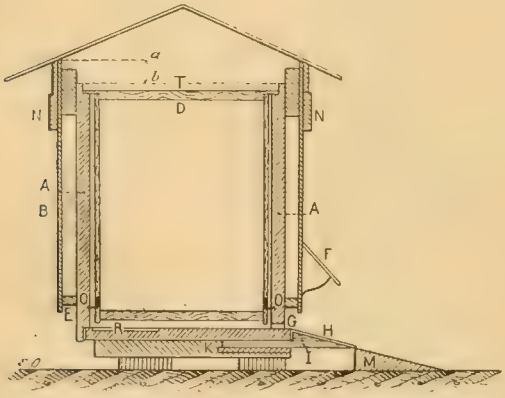


Fig. 28. — *Coupe de la Ruche Layens à cadres hauts (Bâtisses froides).* — A A, parois du corps de ruche; G, trou de vol abrité par l'auvent F; H, planche de vol.

La méthode simple est basée sur les principes suivants, vérifiés par l'expérience :

1° Moins on dérange une bonne colonie, largement pourvue de place pour le couvain et le miel, plus cette colonie prospère et donne de miel;

2° Une colonie est bonne, même si la population semble faible, lorsqu'elle possède une reine féconde, ce qui se reconnaît à la présence d'un bon couvain disposé en cercles réguliers et concentriques;

3° Une colonie est défectueuse lorsqu'elle est orpheline, ou possède une reine mauvaise pondeuse en même temps qu'une population faible;

4° En général, une colonie forte, dont la reine devient défectueuse, la remplace sans que l'apiculteur s'en aperçoive;

5° Toutes les colonies défectueuses doivent être supprimées.

La méthode compliquée cherche à améliorer les familles mauvaises, par les réunions, le nourrissement artificiel au sirop de sucre, l'introduction de reines nouvelles. Il est infiniment plus simple, plus rapide et, par suite, plus économique, de les faire radicalement disparaître, quitte à les remplacer ensuite par des essaims artificiels.

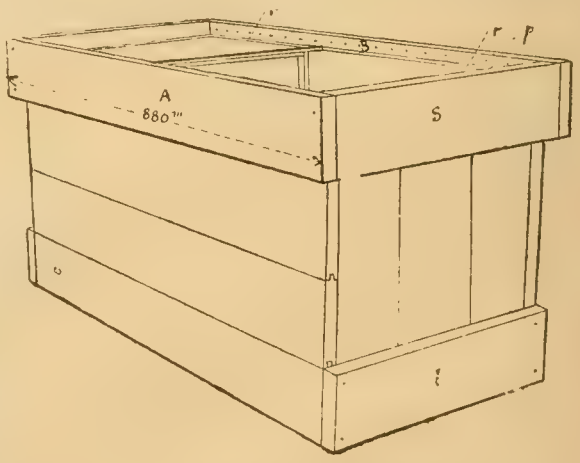


Fig. 29. — *Ruche Layens.*

Corps de la ruche; A, traverse supérieure du devant de la ruche; B, traverse supérieure du derrière de la ruche; S et I, traverses supérieure et inférieure de l'un des côtés de la ruche; *r r*, rebord intérieur sur lequel on pose les cadres; *p*, un des points de repère supérieur marquant les intervalles des cadres.

En outre, dans la méthode compliquée, il est recommandé de favoriser la ponte de la reine dès la fin de l'hiver, par des distributions de sirop de sucre, ce qui constitue le *nourrissement stimulant;* de remplacer les reines âgées de trois ans, parce que leur fécondité diminue à partir de cette époque; de n'ajouter de nouveaux cadres et de n'agrandir la ruche qu'au fur et à mesure que la population s'accroît, en maintenant la capacité dans les limites voulues à l'aide de planches, dites de *partition*, placées sur les côtés; de n'hiverner les colonies qu'en les resserrant entre des partitions sur un nombre de cadres aussi petit que possible, sous prétexte de les préserver du froid.

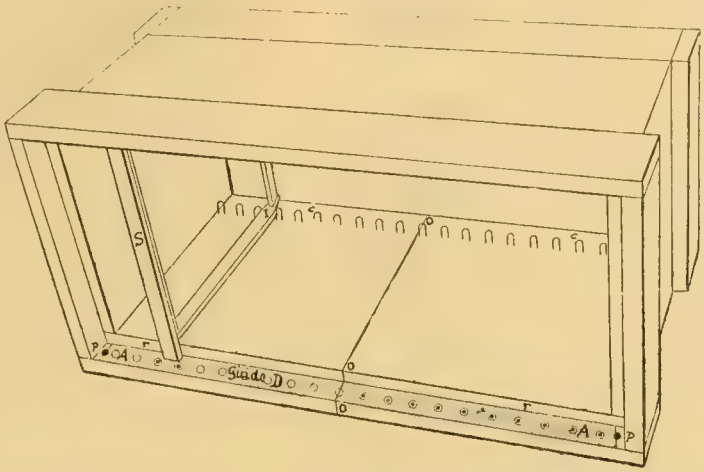


Fig. 30. — *Ruche Layens.* — Corps de la ruche couché sur l'une de ses faces. On voit au fond les crochets *c c* servant à maintenir l'écartement des cadres; *r r*, rebord sur lequel reposent les porte-rayons des cadres.

Je ne puis, sans sortir des limites qui me sont tracées, examiner en détail chacune de ces pratiques; je me bornerai à en signaler brièvement les principaux inconvénients. Le nourrissement stimulant, très séduisant en théorie, est en réalité extrêmement dangereux: outre que la manipulation incessante de matières sucrées dans le rucher excite les abeilles au pillage, le sirop doit être réparti par petites doses journalières et sans interruption jusqu'au moment où la miellée est assez abondante pour le remplacer, un arrêt dans l'alimentation artificielle ayant pour suite infaillible la mort du couvain; une ponte exagérée ayant lieu hors saison, s'il survient des retours de froid, les ouvrières trop peu nombreuses ne suffisent pas à couvrir et à protéger le couvain qui périt.

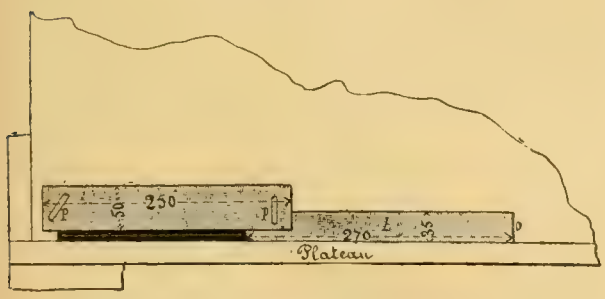


Fig. 31. — *Ruche Layens.* — Entrée des abeilles; L, porte en tôle galvanisée recourbée en dehors en O, et qui glisse sous la pièce de tôle fixée par deux pitons P P au-dessus de l'entrée qui est figurée en noir.

Le remplacement artificiel et régulier des reines est une opération bien chanceuse. D'abord, les colonies acceptent souvent très difficilement les reines nouvelles qu'on veut leur donner, fréquemment elles les tuent; on risque aussi de remplacer une reine médiocre par une plus mauvaise. Les abeilles renouvellent spontanément les pondeuses défectueuses; elles sont plus aptes que le meilleur apiculteur à résoudre la question, au plus grand profit de la famille.

La méthode simple supprime totalement les planches de partition, destinées à n'agrandir la capacité du nid que proportionnellement à l'augmentation de la population et à réduire cette capacité au minimum pendant l'hivernage. Des expériences de M. G. Bonnier effectuées en 1890 prouvent qu'un ou plusieurs cadres garnis de rayons produisent le même effet que la partition au point de vue de la déperdition de la chaleur. Il n'y a donc que des avantages, lorsqu'on se sert de ruches horizontales, à mettre d'un seul coup au printemps tous les cadres que la ruche peut contenir et à les laisser tous pendant l'hivernage. On évite de la sorte de déranger sans cesse les abeilles pendant leur travail, on économise le temps de l'apiculteur et la place dans le laboratoire.

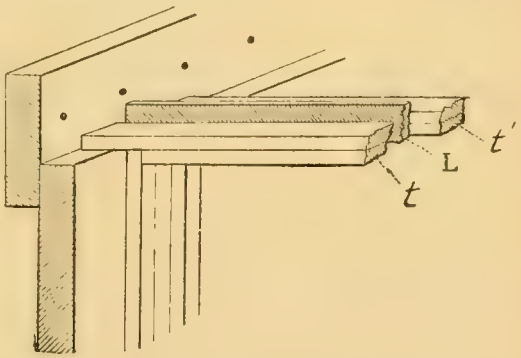


Fig. 32. — *Ruche Layens.* — Figure montrant la position des lattes placées entre les cadres pour maintenir leur écartement. — *t t'*, traverses supérieures de deux cadres en place; L, latte figurée en hachures, placée de champ, entre les cadres.

Vignole dit avec raison : « Toute opération,

quelle qu'elle soit, cause toujours dans la ruche une perturbation qui ralentit momentanément son activité »; et Gravenhorst : « L'abeille veut avoir du repos; tout ce qui la trouble sans nécessité ne se fait qu'au détriment de son bien-être et de sa provision de miel. »

La méthode simple est aujourd'hui la plus généralement adoptée en France par les praticiens les plus éminents; elle a été recommandée dans la session de 1893 par la Fédération des Sociétés françaises d'Apiculture.

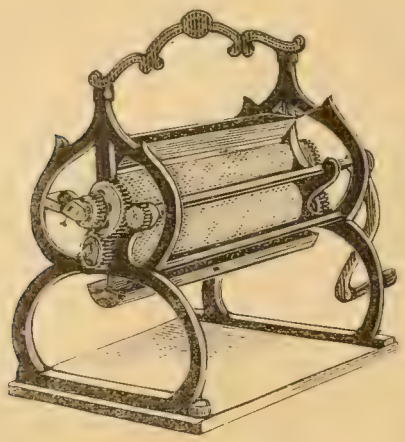
Avant de décrire le mode de conduite d'un rucher pendant toute une année, il importe de dire un mot de l'emploi de la cire gaufrée.

§ 2. — **Emploi de la Cire gaufrée.**

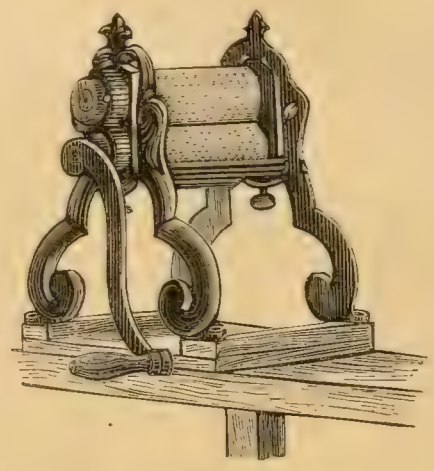
On appelle ainsi des feuilles de cire plus ou moins épaisses (de 85 à 250 décimètres carrés au kilogramme), dans lesquelles des rudiments d'alvéoles d'ouvrières ont été mécaniquement creusés, par le passage de ces feuilles entre deux cylindres métalliques gravés en relief (fig. 33). Lorsque les abeilles ont ces fondations à leur disposition, elles en étirent la cire, allongent les parois des alvéoles jusqu'aux dimensions qu'elles doivent normalement atteindre.

Le miel, emmagasiné dans ces rayons artificiels, en est retiré à l'aide d'appareils basés sur l'action de la force centrifuge, et le gâteau de cire absolument intact est prêt à être replacé de nouveau dans la ruche pour servir ainsi indéfiniment de magasin à miel.

Pour fixer la cire gaufrée dans les cadres (fig. 34), on tend dans ceux-ci des fils de fer étamé très fins que l'on noie dans la feuille, en faisant fondre la cire autour d'eux à l'aide d'une molette (dite *éperon Voiblet*) chauffée; les dents de cette molette sont échancrées de manière que le fil de fer s'y emboîte à mesure que l'instrument roule sur lui.



Machine Dunham.



Machine Vandervort.

Fig. 33. — *Machines à fabriquer la cire gaufrée.*

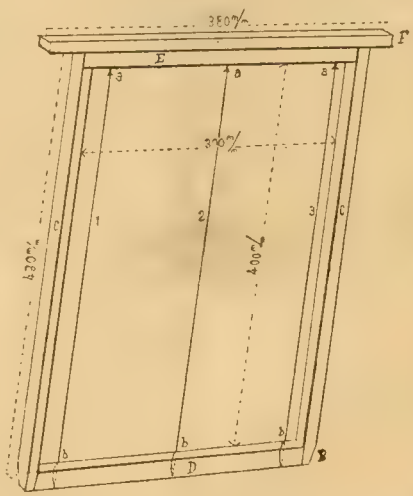


Fig. 34. — *Cadre tendu de fils de fer et prêt à recevoir la cire gaufrée.* — *ab*, fil de fer galvanisé de la grosseur d'un crin de cheval. — *a*, petites pointes (semences bleues), en *b* le fil est tordu autour de la traverse inférieure. — Les fils 1 et 3 sont à 4 centimètres environ des montants verticaux; le fil 2 bien au milieu.

L'emploi de la cire gaufrée est très avantageux, parce qu'il assure la régularité de la construction des rayons et la réduction du nombre des cellules de mâles au minimum indispensable; cette cire permet surtout de fournir de suite des batisses pour emmagasiner le miel aux colonies qui en manquent et, en particulier, aux essaims naturels. Il en résulte, pour les insectes, une économie de travail et, pour l'apiculteur, un supplément de récolte.

On a conclu d'expériences faites dans des conditions anormales, que l'élaboration de la cire coûtait beaucoup de miel. Dumas et Milne-Edwards indiquaient une consommation de 25 kilos de miel pour 1 kilo de cire; Vignole et Colin disent 3 kilos seulement. En réalité le poids de miel nécessaire pour fabriquer 1 kilo de cire est très variable suivant que les conditions de température, de miellée, d'abondance de pollen, sont plus ou moins favorables; lorsque toutes ces conditions sont réu-

nies, — et il est impossible d'en déterminer le moment précis, — l'abeille est, pour ainsi dire, obligée de sécréter de la cire par le jeu spontané des organes que la nature lui a départi pour cette fonction. Ce serait une faute de n'en pas profiter et de remplir la ruche uniquement avec des cires gaufrées ou des rayons entièrement bâtis. M. de Layens a montré, par des expériences précises, qu'au point de vue de la récolte totale, une ruche ayant des rayons à construire rapportait autant de miel qu'une autre ayant toutes ses bâtisses, pourvu, toutefois, que les rayons à construire fussent placés dès le début de la saison et dans des conditions que nous examinerons plus loin.

§ 3. — Examen du Couvain et préparation des Colonies.

L'exercice d'une industrie ou d'un métier quelconque demande toujours un préalable apprentissage destiné à acquérir la pratique nécessaire; l'apiculture ne fait point exception à la règle, et le débutant courrait à un échec presque certain s'il essayait de suivre les indications que je vais maintenant donner, sans connaître à fond la biologie des abeilles. Il devra, pendant la première année et sur les deux ou trois ruches, nombre auquel je lui conseille de se borner en commençant, pratiquer d'incessantes visites, les ouvrir souvent, regarder les cadres, examiner avec soin le couvain, observer les mœurs des insectes, etc.; la récolte sera sans doute très faible ou nulle, mais la somme de connaissances acquises suffisante pour réussir l'année suivante.

Voici les opérations à effectuer depuis le début jusqu'à la fin d'août, en prenant pour exemple une ruche horizontale à 20 cadres.

Il est très important de ne pas déranger les abeilles de trop bonne heure au printemps; d'une manière générale, on ne doit pratiquer la première visite des ruches que lorsque les abeilles elles-mêmes ont fait connaître qu'elles ont quitté le repos hivernal, par des sorties actives pendant une dizaine de jours en rapportant des pelotes de pollen. Dans nos régions tempérées, cela se produit géralement vers le 15 avril.

Cette visite ne devant pas se renouveler sur les bonnes colonies avant l'automne, il est nécessaire de savoir se rendre compte en une seule fois si la ruche sera bonne ou mauvaise pendant toute l'année; on y parvient par l'examen attentif du couvain.

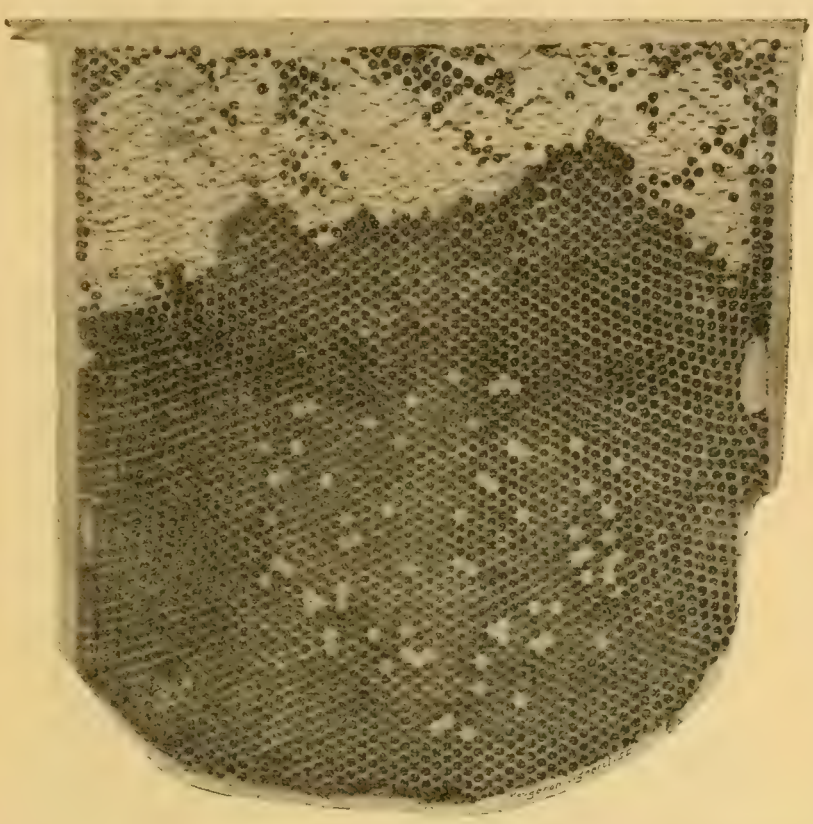


Fig. 35. — *Couvain éparpillé; reine mauvaise pondeuse. — En haut, miel operculé.* — (Photographie communiquée par M. de Layens).

Les cas suivants peuvent se présenter :

1° Le couvain se montre en plaques compactes de forme circulaire; dans ce cas la reine est bonne pondeuse et la colonie marchera normalement sans qu'il y ait lieu de s'en occuper (fig. 22, p. 17).

2° Le couvain est éparpillé (fig. 35). La reine est mauvaise pondeuse; le plus souvent, les abeilles la remplaceront sans que l'apiculteur ait à intervenir; quelquefois la colonie devient orpheline. En tous les cas, une semblable ruche doit être visitée de nouveau trois semaines ou un mois après, pour voir si les choses sont remises en état. Si la colonie est orpheline, ce qui se reconnaît à l'absence complète de couvain à cette seconde visite, ou à la présence exclusive de couvain de mâles, on la traitera comme il est dit ci-dessus.

3° On ne trouve que du couvain de mâles; ce couvain est reconnaissable parce que les cellules qui le renferment sont plus grandes et les opercules qui le recouvrent bombées et de nuance plus claire que celles du couvain d'ouvrières. Une

colonie présentant ce caractère ne vaut plus rien, il faut la supprimer : à l'aide d'une brosse à longs poils, dite *brosse à abeilles*, on fait tomber sur un plateau exposé au soleil les mouches qui ne cherchent pas à s'envoler des rayons, elles iront se réfugier dans les ruches voisines; la ruche est enlevée et les rayons mis de côté pour servir ultérieurement.

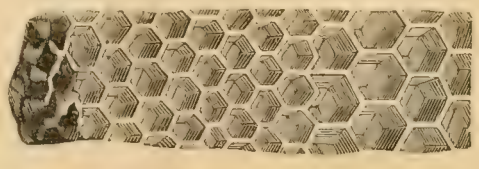


Fig. 36. — *Fragment de rayon.* — (A gauche du cliché, grandes alvéoles de mâles; à droite, alvéoles d'ouvrières.)

4° Il existe à la fois un beau couvain d'ouvrières, ce qui indique la présence d'une bonne reine et une très forte quantité de couvain mâle (fig. 37). Si ce dernier occupe presque exclusivement des rayons entiers, on enlèvera ceux-ci pour les fondre; s'il n'est placé que sur une partie du rayon, on découpera cette partie avec un couteau en respectant avec soin le couvain d'ouvrières et on replacera dans la ruche le rayon ainsi mutilé, après avoir inséré dans l'espace vide un morceau à petites cellules ou une feuille gaufrée.

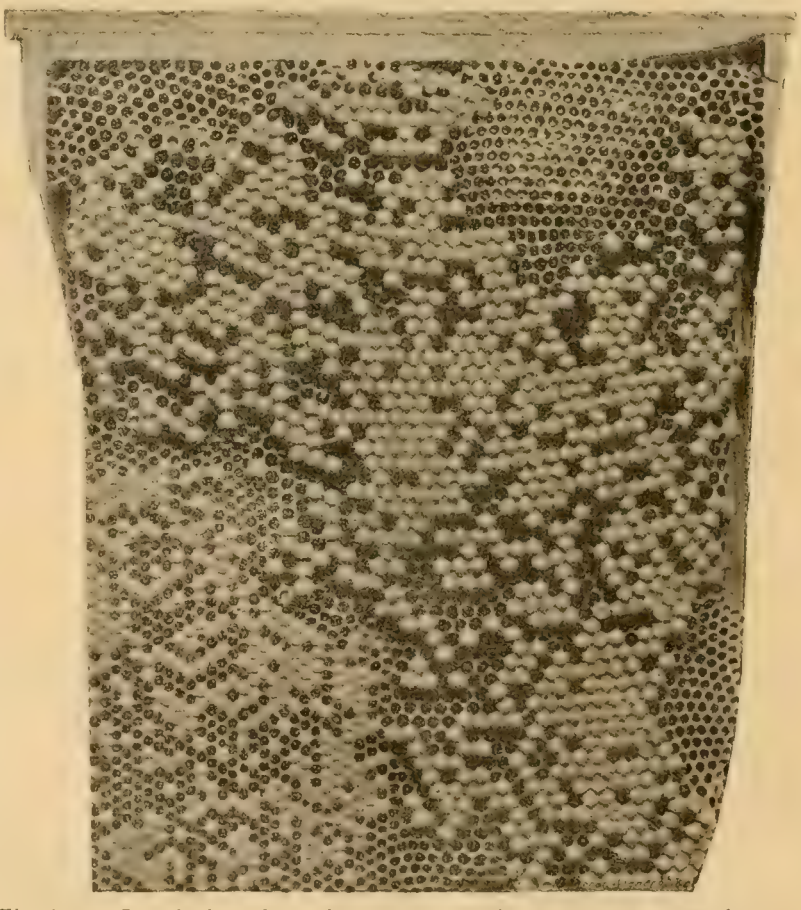


Fig. 37. — *Couvain de mâles en haut et sur toute la partie droite. — En bas et à gauche, couvain d'ouvrières.* — (Photographie communiquée par M. de Layens).

5° Il n'y a pas de couvain du tout. Cela peut provenir de deux causes : *a*) La reine n'a pas encore commencé à pondre; on visitera la ruche 15 jours après; *b*) si, à cette visite, il y a un bon couvain, tout va bien et nous retombons dans le premier cas; si le couvain est toujours absent, cela veut dire que la colonie est orpheline. En présence de cette ruche orpheline, l'apiculteur peut opérer de deux manières : Si la population est faible et possède peu de miel, il faut la supprimer, comme il a été dit pour le cas numéro 3. Si la population est forte et bien pourvue de provisions, on y placera, en face du trou de vol, un cadre pris dans une ruche voisine et contenant du couvain de tout âge, (c'est-à-dire des œufs, des larves et des nymphes), avec lequel les ouvrières feront une nouvelle reine.

Les colonies reconnues définitivement bonnes recevront alors d'un seul coup tous les cadres que les ruches peuvent contenir, en disposant ces cadres de la manière suivante. Il convient de faire remarquer que, dans la ruche de Layens dont je parle, il y a deux trous de vol situés de chaque côté; un seul doit rester ouvert : c'est le trou placé du côté où la colonie est logée. Si le trou de vol était unique et au milieu de la ruche, le mode de disposition des cadres serait analogue, en observant que le rayon formant le milieu du nid à couvain doit se trouver juste en face du milieu du trou de vol.

Tout à fait contre la paroi, on placera deux rayons bâtis en cellules d'ouvrières, mais entièrement vides; à la suite et dans l'ordre même qu'ils occupaient tous les rayons de couvain, tous possédant un peu de miel au sommet; puis un certain nombre de rayons entièrement vides comme les deux premiers, en quantité telle que le total soit de douze. Le treizième cadre et tous les impairs suivants seront complètement bâtis et renfermeront un peu de miel; ils alterneront avec les cadres pairs ne contenant

aucune construction, mais simplement amorcés par des bandes étroites de vieux rayons fixés par de la colle forte à la traverse supérieure.

Il résulte du dispositif adopté que les abeilles auront la possibilité de fabriquer la cire quand elles voudront et dans les conditions qu'elles jugeront les plus favorables; les rayons obtenus seront toujours réguliers parce que la construction sera guidée par les bâtisses placées de chaque côté; les butineuses seront attirées de suite dans cette partie de la ruche par le miel qui y sera laissé. La reine ne manquera jamais de place pour la ponte, ni les ouvrières pour emmagasiner le miel, grâce aux treize premiers rayons entièrement prêts et qui ne seront jamais remplis avant que la construction des autres soit terminée.

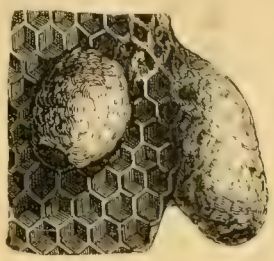


Fig. 38. — *Alvéoles royales.*

Lorsqu'on sera certain de ne posséder que d'excellentes colonies disposées de la sorte, il sera tout à fait superflu d'ouvrir les ruches dans le cours de la saison. Un coup d'œil jeté sur les trous de vol fera connaître de suite l'état de prospérité de la famille; si, par une belle journée, cette ouverture donne passage à de nombreuses ouvrières très actives, — et ce sera le cas le plus général, — on peut être certain que la colonie est prospère; dans quelques rares familles le mouvement se ralentira peut-être, les mouches ne se presseront plus à la porte, elles sembleront inactives et moins nombreuses; un fait insolite se sera, sans doute, produit et une visite rapide sera nécessaire; on l'effectuera en tenant compte des principes posés plus haut et en particulier au n° 4.

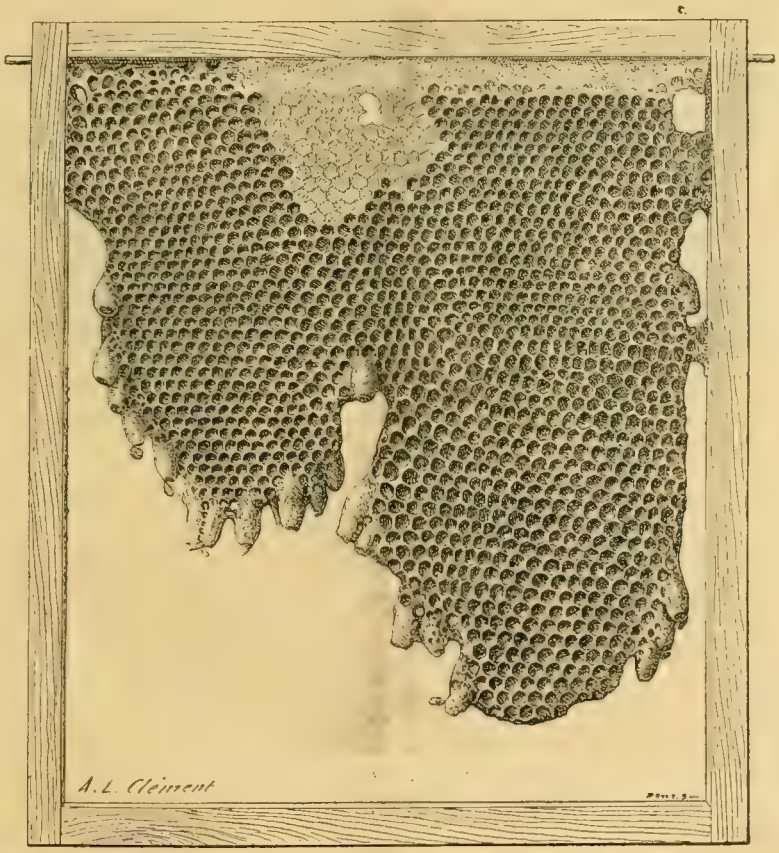


Fig. 39. — *Rayon d'une ruche d'abeilles carniolienne portant des cellules maternelles* (d'après une photographie).

L'absence de couvain pouvant indiquer une ruche orpheline ou une ruche en train de se refaire une reine, il faudra la visiter de nouveau 15 jours ou 3 semaines après.

§ 4. — **Récolte du miel et mise en Hivernage.**

La deuxième et dernière visite normale a pour but, à la fois, de procéder à la récolte et à la mise en hivernage.

Le nectar récolté par les abeilles sur les fleurs n'est pas encore du miel; pour le devenir, il doit, au préalable, subir des modifications importantes. Mélangé d'abord au suc gastrique et à la salive, le saccharose qu'il contient se transforme presque entièrement en glucose; il se charge, en même temps, d'une faible proportion d'acide formique, antiseptique puissant auquel le miel doit sa conservation et la plus grande partie, sans doute, de ses propriétés thérapeutiques. Le nectar contient, en outre, de 76 à 95 °/₀ d'eau, le miel 18 à 25 °/₀ seulement; l'élimination de cette masse considérable d'eau a lieu, en partie, par les nombreux canaux de l'appareil urinaire, en partie par l'évaporation dans les cellules où le produit est déposé. Lorsque la matière sucrée est parvenue à l'état convenable, l'alvéole qui la renferme est close par un couvercle de cire plat ou opercule; le miel operculé seul est susceptible d'une conservation indéfinie, celui qui ne l'est pas contient trop d'eau et fermente rapidement: on ne doit jamais l'extraire dans cet état.

Le mois de septembre est l'époque la plus favorable pour effectuer en même temps la récolte et la

préparation des colonies pour l'hiver. Cependant, si l'on est pressé, on peut procéder à cette opération dès la fin de la miellée, c'est-à-dire lorsque la ruche sur bascule (fig. 1) n'accuse plus aucune augmentation de poids (fig. 40).

Récolter une ruche, cela ne veut pas dire enlever tout le miel qui est dedans, mais seulement s'emparer du surplus qui n'est pas nécessaire aux abeilles pour leur alimentation jusqu'à l'apparition des nouvelles fleurs. Or, la consommation d'une colonie pour son propre entretien pendant l'hiver (du 1er octobre au 1er mars) est peu considérable, et reste souvent inférieure à 3 ou 4 kilogrammes, même dans une forte ruche à cadres. C'est surtout à partir du mois de mars, époque à laquelle la reine commence à pondre assez abondamment, que cette consommation devient très grande ; il nous est facile de la calculer approximativement. Nous serons plutôt au-dessous de la vérité en disant qu'une bonne reine donne naissance, vers mars-avril, à une moyenne de 2.000 œufs par 24 heures; chaque larve exige pour sa transformation en insecte parfait environ quatre fois son poids d'une bouillie nutritive formée de pollen, d'eau et de miel, pour à peu près un tiers ; si nous nous rappelons que 2.000 abeilles pèsent 200 grammes, nous voyons que l'élevage de ces 2.000 larves nécessitera par 24 heures au moins 250 grammes de miel, ou pour deux mois 15 kilos. Ce n'est, en effet, guère avant le courant de mai que les abeilles trouvent sur les fleurs de quoi suffire à leurs besoins.

C'est avec raison, par conséquent, que les bons apiculteurs recommandent de laisser, lors de la mise en hivernage, 18 à 20 kilos de miel pour une forte ruche à cadres.

Rien n'est plus simple que d'apprécier le poids des provisions lorsque l'on fait usage du cadre de 12 décimètres carrés ; plein de miel, il en contient environ 4 kilogrammes. Il est facile, dès lors, en examinant les cadres un à un, d'estimer la quantité de miel contenue dans chacun d'eux, suivant qu'ils sont pleins entièrement, à moitié ou au quart seulement, d'en laisser le nombre qu'il faut et de retirer le surplus sans crainte d'erreur.

La prospérité des colonies, à l'ouverture de la saison suivante, et, par suite, le résultat de la campagne tout entière, dépendra de la manière dont la famille aura traversé l'hiver.

Fig. 40. — *Récolte du miel dans un rucher de ruches vulgaires.*

Trois conditions sont indispensables pour que l'hivernage ait lieu aussi parfaitement que possible : il faut des provisions suffisantes, beaucoup d'air et le repos le plus absolu.

Nous venons de voir comment on devait traiter ce qui est relatif à la nourriture. J'assure dans mes ruches une ventilation convenable en laissant les trous de vol largement ouverts, et en perçant au bas de la paroi de derrière, en son milieu, un trou de la dimension d'une pièce de deux francs, sur lequel je cloue un morceau de toile métallique galvanisée.

Dès que les premiers froids se font sentir, les abeilles se massent en un groupe compact, toujours placé dans l'endroit le plus aéré de l'habitation, c'est-à-dire en face du trou de vol ; la température au centre du groupe se maintient entre 10 et 12° C. Une secousse quelconque, provoquant une agitation, fait en quelques secondes monter la tem-

pérature entre 25 et 30°C; il en résulte immédiatement la consommation d'une plus grande quantité de nourriture. Si, par suite de visites intempestives ou d'ébranlements violents, l'agitation devient telle que le groupe compact se rompe, les abellles isolées sont impuissantes à maintenir leur corps au degré voulu et ne tardent pas à périr.

La récolte faite et la ruche disposée convenablement, on recouvrira le dessus des cadres d'un paillasson ou d'une étoffe de laine sous la toiture, et l'on évitera avec le plus grand soin toutes les causes qui pourraient troubler la tranquillité de la famille. M. de Layens a hiverné dans ces conditions, et sans accident, de nombreuses ruches dans les Alpes, à 1700 mètres d'altitude ; il existe également un rucher permanent très prospère, appartenant à M. S. Michaël, à plus de 2.000 mètres d'altitude sur la Bernina ; enfin, un apiculteur russe des plus distingués, Mme Olga Levaschof, signale que ses ruches en plein air résistent admirablement à des froids inférieurs à — 30°C, tandis que celles logées dans des pavillons fermés, où la température était maintenue entre 1 et 8°C se comportent beaucoup moins bien.

Les rayons, une fois sortis de la ruche, il ne reste plus qu'à en extraire le miel. Chaque cadre, placé sur un chevalet, est désoperculé sur les deux faces, c'est-à-dire qu'à l'aide d'un couteau à deux mains, analogue à une plane de charpentier, on enlève les couvercles de cire qui ferment les alvéoles. Le rayon ainsi préparé est introduit dans le mélo-extracteur à force centrifuge.

Cet appareil se compose essentiellement d'une cage à quatres faces tendues de toile métallique. Cette cage peut, par l'intermédiaire d'une manivelle et d'engrenages, être animée d'un rapide mouvement de rotation dans l'intérieur d'un cylindre de tôle étamée, muni à sa partie inférieure d'un robinet. Après un certain nombre de tours, le miel s'écoule et est recueilli dans des récipients profonds où, par le repos, on le laisse s'éclaircir et se débarrasser des quelques impuretés qu'il contient encore, débris de cire, grains de pollen, et qui, plus légères, montent à la surface.

Le miel obtenu sous cette forme porte le nom de *miel coulé*; on peut également produire des sections, c'est-à-dire, de petits rayons dont le poids varie habituellement de un demi à deux kilogrammes. On obtient des sections en intercalant dans un cadre ordinaire d'autres petits cadres à parois très minces, amorcés par une bande de cire gaufrée.

Les sections, pour être marchandes, doivent être très belles, bien remplies et sans aucune cellule non operculée ; trop souvent elles ne remplissent pas ces conditions, et le déchet très considérable qui résulte du peu d'empressement que mettent les abeilles à y travailler rend leur production difficile, coûteuse et, en somme, peu recommandable.

Sur le conseil de M. de Layens, j'ai essayé cette année de fabriquer des sections, en découpant à l'emporte-pièce, dans les plus beaux rayons, des morceaux rectangulaires d'environ 500 grammes ; ces morceaux, enveloppés dans du papier parcheminé, sont ensuite introduits dans des boîtes de fer-blanc ; l'expérience toute récente m'a appris qu'ils peuvent voyager ainsi au loin et arriver en très bon état, malgré le peu de liquide qui s'écoule sur les bords.

Il n'est pas possible d'indiquer à l'avance la quantité de miel que pourra fournir un rucher, elle dépendra surtout des ressources mellifères de la région et aussi des soins que l'on saura donner. On a signalé des rendements de 200 kilogrammes par ruche; j'ai moi-même obtenu près de 100 kilogrammes dans une ruche de mon rucher de Riom; mais ce sont des cas tout à fait exceptionnels sur lesquels on aurait bien tort de compter. Dans une année et dans un pays favorable, on peut estimer qu'une ruche horizontale à 20 cadres fournit en moyenne une récolte nette de 20 à 25 kilogrammes.

IV. — STATISTIQUE APICOLE

§ 1. — Prix du Miel.

Le prix auquel le miel est vendu dépend de ses qualités (couleur, goût), de la manière dont il est présenté et du lieu ou il est vendu ; il obéit ainsi aux lois habituelles de l'offre et de la demande. Le marché de Paris, en particulier, est encombré, surtout par les miels du Gâtinais, et les prix sont tombés à un taux très bas. Les surfins extra-blancs valent 110 à 115 francs les 100 kilogrammes; ceux de Bretagne 72 à 75 francs en gare de Paris. Ce serait donc une faute de chercher un écoulement sur la Capitale; chaque apiculteur devra chercher des débouchés dans la région qu'il habite en présentant le produit sous la forme la plus attrayante possible.

§ 2. — Nombre des Ruches et Production du Miel.

Voici, puisés à diverses sources, le nombre de ruches et la production en miel des différents pays où l'apiculture a quelque importance :

Pays	Ruches	Tonnes de miel
—	—	—
Allemagne	1.910.000	20.000
Autriche	1.550.000	18.000
Belgique	200.000	2.000
Danemark	90.000	900
Espagne	1.690.000	19.000
Etats-Unis	2.800.000	30.000
France	1.592.929	7.453

Pays	Ruches	Tonnes de miel
Grèce	30.000	1.400
Hollande	240.000	2.500
Italie	(La statistique n'a jamais été faite)	
Russie	110.000	900
Suisse	207.384	non recensé

En ce qui concerne les colonies françaises, nous ne possédons de chiffres que pour l'Algérie ; les

Fig. 41. — *Distribution des ruches dans les divers départements français* (d'après les statistiques du Ministère de l'Agriculture.)

Royaume-Uni[1]	Angleterre et Pays de Galles	260.000	2.032
	Ecosse	(La statistique n'a jamais été faite)	
	Irlande	22.500	191

[1] Je dois à l'obligeance de M. Bertrand, Directeur de la *Revue internationale d'Apiculture*, les renseignements relatifs au Royaume-Uni, à l'Italie et à la Suisse.

suivants sont donnés par la statistiques décennale de 1882 :

Nombre de ruches en activité : 19.707 *produisant :*

307.262 k. de miel,	valant	1.184.493 francs.
272.058 k. de cire,	valant	646.232 francs

Le nombre de ruches ne cesse de diminuer en France ; il a baissé, de 1862 à 1882, de 23 °/₀ envi-

ron ; une diminution correspondante en est résultée dans la valeur de la production ; celle du miel était de 18.061.166 francs en 1862 ; elle n'a plus été que de 13.748 002 francs en 1882. En 1893 le nombre de ruches en activité descend encore à 1.502.929 contre 1.974.559 en 1882, et la valeur du miel vendu à 10.619.073 francs.

Le chiffre cité pour 1893 correspond à 3 ruches environ par kilomètre carré ; il est, pour l'Allemagne, de 3, 78 ; dans le canton de Vaud (Suisse) on en trouve 8 pour la même surface.

Il convient de remarquer que la diminution du nombre de ruches en France porte presque exclusivement sur les ruches à rayons fixes ; les statistiques locales, publiées par diverses Sociétés d'Apiculture, indiquent, en effet, que le nombre des ruches à cadres mobiles ne cesse d'augmenter. Il serait extrêmement intéressant que les statistiques publiées par le Ministère de l'Agriculture fissent la distinction entre les ruches à rayons fixes et celles à cadres mobiles ; ce serait un élément pour apprécier les variations de notre Apiculture non seulement en quantité mais aussi en qualité.

Les miels français que l'on considère comme les plus fins sont ceux dits de Narbonne, provenant des Labiées (thym, serpolet, etc.) qui poussent sur

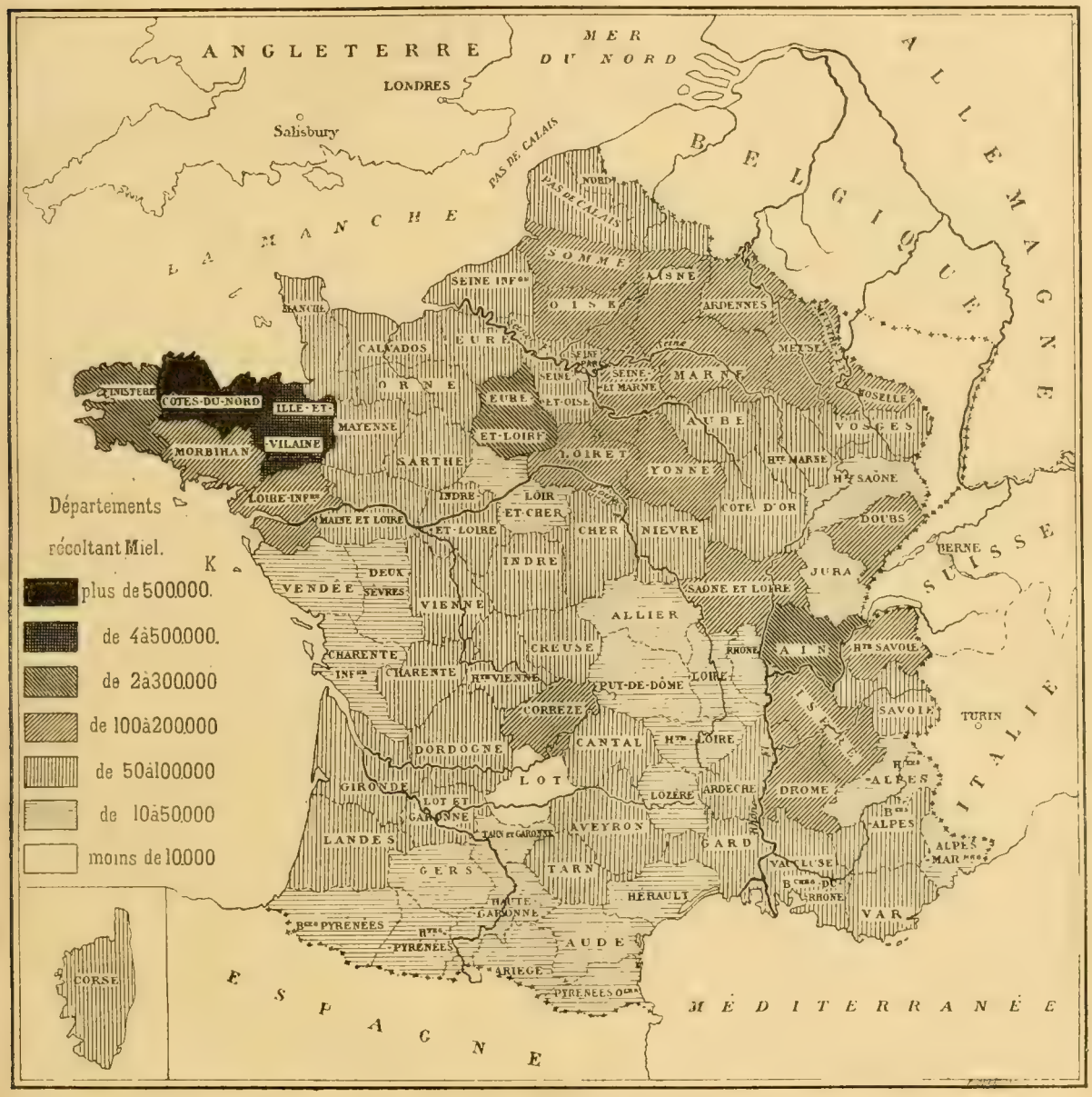


Fig. 42. — *Importance de la production du miel dans les divers départements français* (d'après les statistiques du Ministère de l'Agriculture).

les Corbières. On en produit très peu, infiniment moins assurément qu'on en vend. Les miels de certaines régions de la Savoie sont tout aussi délicieux, quoique moins connus.

Les miels du Gâtinais et de la Beauce sont blancs, de goût fin et peu prononcé et récoltés sur le sainfoin. Leur principal débouché est Paris, qui en reçoit, année moyenne, 5 à 6000 barils de 40 kilos.

Les miels les plus foncés, rouges ou bruns, sont les moins chers; ils sont surtout employés dans la fabrication du pain d'épice. Ils viennent surtout

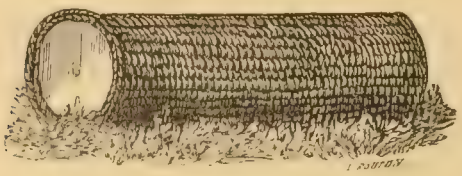


Fig. 43. — *Ruche arabe en bois tressé.*

de la Bretagne et des Landes et sont fournis par le sarrasin et la bruyère.

L'Algérie et la Tunisie possèdent, outre la race commune ordinaire, une abeille plus petite que la nôtre d'environ 2 millimètres et entièrement noire; elle montre dans son pays d'origine de très sérieuses qualités. L'Apiculture est en Tunisie à l'état tout à fait rudimentaire et complètement entre les mains des indigènes, lesquels font usage d'une ruche cylindrique de $0^m,80$ de longueur, environ sur $0^m,20$ de diamètre, en écorce de chêne-liège ou en bois tressé (fig. 43).

En Algérie, l'industrie apicole est en très bonne voie et le nombre de ruches à cadres mobiles déjà considérable; ce résultat est dû, en grande partie, à l'action de la Société des Apiculteurs Algériens, qui publie un Bulletin plein d'intérêt; il est juste de citer les noms de M. le Dr Reisser, président, et de M. Colas, vice-président et secrétaire général de la Société : c'est à leurs persévérants efforts que sont dus les progrès réalisés.

Notre colonie est très riche en plantes mellifères; mais, sauf dans les régions boisées et ombragées, il est à craindre de voir les extrêmes chaleurs de l'été dessécher le nectar; à Blidah, par exemple, les abeilles ne sortent que le matin pendant l'été, elles sont toutes rentrées dès 8 heures du matin. Il est bien certain que la culture des abeilles ne sera jamais aussi fructueuse en Algérie et en Tunisie qu'en France.

Nous ne savons presque rien sur l'Apiculture dans les autres colonies françaises, sinon qu'elle n'y est pour ainsi dire pas pratiquée.

La seule race d'abeilles qui existe à Madagascar et à la Réunion est l'*Apis unicolor* (Latr.). Elle ne diffère de l'*Apis mellifica* que par des caractères secondaires : elle est plus petite, moins foncée et moins robuste, l'abdomen est complètement noir. Ce qui prouve encore plus l'affinité très grande qui existe entre les deux races, c'est le fait que des reines expédiées de France et d'Italie à M. de Villèle, apiculteur à la Réunion, et arrivées en bon état, ont été acceptées sans difficulté par des colonies orphelines d'*Apis unicolor*.

La Réunion produit un miel vert célèbre et d'un prix élevé; on a remarqué qu'il se produisait à l'époque de la floraison de deux arbres désignés dans le pays sous le nom de : *bois de tan* et *bois de fer*. Madagascar donne aussi un miel verdâtre, parfois nuisible quand il est butiné sur les Euphorbes.

On peut signaler au Sénégal l'*Apis Adansonii* (Latr.) assez semblable à l'abeille italienne, mais plus petite; elle est exploitée par les indigènes dans des ruches suspendues aux arbres et récoltées par l'étouffage de la colonie.

En Nouvelle-Calédonie, la culture de l'abeille est rendue presque impossible à cause d'une plante fort répandue, le *Melaleuca viridiflora*, vulgairement appelée *Niaouli* et dont le goût très désagréable se communique au miel. Dans l'île des Pins, où cet arbre n'existe pas, les missionnaires obtiennent un miel abondant et exquis.

R. Hommell,

Professeur spécial d'Agriculture à Riom (Puy-de-Dôme),
Secrétaire général
de la Fédération des Sociétés françaises d'Apiculture.

510,6

LES MATHÉMATIQUES

AU CONGRÈS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES A BORDEAUX

Depuis la création de l'*Association française*, en 1872, les Sciences Mathématiques, dont s'occupent les première et deuxième Sections, — en fait fusionnées en une seule, — ont certainement tenu un rang des plus honorables. Beaucoup de communications originales ont paru pour la première fois dans les comptes rendus de l'Association ; et l'on peut affirmer que l'enseignement, aussi bien que la science pure, a souvent profité des observations et des échanges d'idées qui s'étaient produits dans les congrès.

Cette tradition n'a pas été rompue en 1895. Le congrès annuel se tenait à Bordeaux, où avait déjà eu lieu la première session de 1872, et les Sections de Mathématiques étaient présidées par M. de Lagrandval, qui fut pendant de longues années professeur de Mathématiques spéciales au Lycée de cette ville, et participa aussi à l'enseignement de la Faculté des Sciences.

MM. Guimaraes (Portugal), Mackay (Grande-Bretagne), Torres (Espagne), qui se trouvaient présents au Congrès, furent nommés présidents d'honneur.

Il ne conviendrait par ici de dresser une sorte de statistique des questions traitées ou des communications faites, soit en personne par leurs auteurs, soit par correspondance. Nous croyons préférable d'attirer plus spécialement l'attention du lecteur sur quelques-unes d'entre elles, sans vouloir, en quoi que ce soit, diminuer le mérite des autres. Il y a, en effet, des sujets, en Mathématiques comme dans toutes les autres Sciences, qui, par leur nature même ou par leur degré élevé de généralité, peuvent être compris, sinon complètement étudiés, par des personnes possédant l'esprit scientifique, mais ne s'étant pas adonnées à l'étude exclusive et spéciale des Mathématiques. Pour d'autres questions au contraire, il faut cette préparation particulière ; et alors, l'énumération d'une suite de titres de Mémoires ne fournit guère d'indications utiles, et présente une obscurité profonde aux yeux de la grande majorité des lecteurs.

Il nous sera cependant permis de donner, très rapidement et un peu au hasard, les noms de la plupart des auteurs de communications mathématiques du Congrès de Bordeaux ; beaucoup sont en possession déjà d'une grande notoriété, soit dans la science, soit dans l'enseignement, et témoignent d'une grande sollicitude pour l'Association française, par la fidélité avec laquelle ils participent aux travaux des congrès depuis de nombreuses années. Nous relevons ainsi, dans les divers ordres du jour, les noms de MM. Collignon, Gaston Tarry, Barbarin, Vigarié, Gravé (Saint-Pétersbourg), Michel Laporte, commandant Coccoz, Lémeray, Hadamard, Delannoy, G. Oltramare (Genève), Lez, Schoute (Gröningue), Casalonga, Em. Lemoine, Cailler (Genève), Fabre, Brunel, Maillet, Fontès, Pinatel, Guitel, et d'autres encore.

I. — Machines a calculer

Parmi les communications individuelles, la première que nous jugions utile de signaler, en la recommandant d'une manière tout à fait spéciale à l'attention des lecteurs de la *Revue*, est celle de M. Genaille, concernant un *arithmomètre général* de son invention. Tout le monde sait quels efforts ont été faits depuis des siècles pour essayer de substituer des procédés mécaniques de calcul à l'effort cérébral qu'exigent les opérations arithmétiques. Gagner du temps, éviter des erreurs, tels sont les deux résultats à atteindre ; mais la machine à calculer vraiment parfaite est encore à construire. Quelques-unes sont en usage, notamment dans de grands établissements financiers ou dans les compagnies d'assurances ; elles ont surtout le défaut de coûter fort cher ; tout en rendant de précieux services, et l'usage dès lors n'a pu s'en généraliser.

C'est à ce problème d'une réalisation pratique si difficile que s'est attaché M. Genaille depuis une vingtaine d'années. Il l'a fait avec une ténacité d'autant plus méritoire que sa situation modeste aux Chemins de fer de l'État, en province d'abord, puis à Paris, ne lui laissait guère de loisirs pour les recherches dont nous parlons. Mais il était doué de ce qu'on pourrait appeler la passion des inventeurs. Son esprit prodigieusement ingénieux, joint à une admirable persévérance, lui permit de mettre à exécution ses premières inventions concernant les procédés de calcul ; c'était, à l'origine, un système de tracés graphiques, modification des plus heureuses des célèbres *bâtons de Neper*. M. Genaille trouva du reste un encouragement et une protection efficaces chez un savant de premier ordre, peut-être le plus instruit de son époque en matière d'Arithmé-

tique : nous avons nommé Edouard Lucas, qui ne dédaigna pas de devenir le collaborateur de M. Genaille en plusieurs circonstances. Depuis la mort de Lucas, en 1891, M. Genaille n'a cessé de poursuivre ses travaux, s'attachant à perfectionner sans cesse les procédés employés par lui, en vue de les doter d'un caractère aussi pratique que possible.

En 1894, au Congrès de Caen, M. Genaille avait déjà présenté un *calculateur graphique* fort intéressant, car, pour effectuer une multiplication, il ne restait à faire qu'une addition des plus simples. Son nouvel appareil, toujours fondé sur les mêmes principes, fait disparaître cette nécessité; et cependant, l'auteur est assuré de pouvoir livrer commercialement son appareil à un prix qui ne surpassera pas 120 à 150 francs suivant la nature des matériaux employés. Un spécimen construit par lui a été présenté au Congrès de Bordeaux, et suffit à prouver, suivant son affirmation, qu'on peut obtenir le produit d'un nombre quelconque par un nombre de 10 chiffres sans avoir à exécuter la moindre opération arithmétique. Est-ce à dire que l'appareil soit la perfection même, qu'il n'y ait pas encore certaines améliorations à y introduire, en vue, par exemple, de simplifier les manœuvres à faire et de faciliter les lectures ? Il serait téméraire de l'affirmer ; et nous serions bien supris si M. Genaille lui-même ne s'attachait pas à rendre plus maniable encore sa machine à calcul. Mais, telle qu'elle est présentée, elle n'en offre pas moins d'immenses avantages, et on peut dire sans exagération que c'est à l'heure actuelle le dernier mot de ce qui a été fait dans cet ordre d'idées, au point de vue de la simplicité et de l'économie.

On pourrait être tenté (ceux du moins qui ne le connaissent pas suffisamment) de taxer M. Genaille de présomption, en constatant le caractère un peu ambitieux en apparence du titre dont il a doté son appareil : *Le Génial*. L'explication est pourtant assez simple et curieuse en même temps. Cette qualification est d'Édouard Lucas, et non pas de l'inventeur. Grand admirateur des découvertes de M. Genaille, comme nous l'avons rappelé, et doué d'une rare facilité pour les rapprochements de consonnances, jeux de mots et anagrammes, il avait coutume de dire fréquemment : « Genaille a « un nom prédestiné; une légère permutation des « lettres de son nom donne : *Le Génial*, et c'est « bien le titre qui convient à l'appareil de calcul « qu'il nous prépare. »

Quoi qu'il en soit, cette seule communication suffirait pour qu'on pût dire que les Sections de Mathématiques ne se sont pas inutilement réunies au Congrès de Bordeaux, car un perfectionnement important apporté dans les moyens de substituer une action purement mécanique à l'effort cérébral est un appoint des plus plus sérieux à la science, soit directement, soit par voie indirecte.

Un autre travail, dont l'analogie avec le précédent frappera tous les esprits, si l'on considère, du moins, le but à atteindre, est celui de M. Torrès, ingénieur des Ponts et Chaussées en Espagne. Le problème, toutefois, est ici beaucoup plus savant et moins intéressant au point de vue du gros public. M. Torres s'est proposé de construire une machine permettant de résoudre les équations. Il a même fait exécuter un modèle qui permet d'obtenir, avec $\frac{1}{100}$ d'erreur relative, la racine réelle des équations $x^9 - Ax^8 + B = 0, x^9 + Ax^7 - B = 0$. Cet appareil a été présenté par l'auteur à l'Académie des Sciences, dans la séance du 29 juillet 1895, puis au Congrès de Bordeaux. Naturellement, un pareil résultat ne saurait s'obtenir sans une certaine complication dans les organes; il faut dire toutefois que cette complication est plus apparente que réelle. Pour se rendre compte du fonctionnement d'une telle machine, ou même simplement des principes sur lesquels elle repose, il faudrait une description accompagnée de figures et de calculs incompatibles avec la nature de ce compte rendu rapide. Le peu que nous en avons dit permet de juger de l'importance du problème, et les savants qui y porteraient intérêt pourront facilement étudier la remarquable solution de M. Torres, en se reportant aux sources indiquées.

II. — Carrés magiques

Les carrés magiques ont fait l'objet de plusieurs communications intéressantes de MM. Tarry, Fontès et le Commandant Coccoz. Cet amusement mathématique est redevenu très en faveur depuis un certain temps, et on aurait tort de s'en plaindre. Fermat disait qu'il ne savait rien de plus beau en Arithmétique, et les plus grands géomètres ne dédaignèrent pas de s'en occuper.

A quoi cela peut-il servir? — demanderont peut-être quelques esprits superficiels. — Qu'en savons-nous ? est-on en droit de leur répondre. — C'est le propre de la science pure de porter en elle-même son utilité; approcher de plus en plus de la vérité est son but incessant; les applications, s'il doit y en avoir, viendront à leur heure. Du reste, dans le domaine arithmétique, s'il est permis d'attacher peu d'importance à l'effort des chercheurs de carrés magiques qui ne font porter leurs travaux que sur des problèmes particuliers, avec une ingéniosité parfois très grande, il n'en est plus de même pour les mathématiciens qui se donnent plutôt pour but de trouver des mé-

thodes que des procédés particuliers. C'est, par exemple, ce qu'a montré M. Arnoux dans son si remarquable ouvrage : *Les espaces arithmétiques hypermagiques*, dont les idées fondamentales ont servi de point de départ à plusieurs des études actuellement poursuivies dans cet ordre d'idées.

III. — Application du système décimal a la mesure des angles

A côté des communications spéciales faites au Congrès de Bordeaux dans les Sections de Mathématiques, il y a lieu de signaler un vœu que l'assemblée générale de l'Association a fait sien et qui concerne la mesure des angles ou des arcs, c'est-à-dire la division de la circonférence.

On sait qu'habituellement on se sert, pour cette mesure, de la 360e partie de la circonférence, appelée degré, que le degré se divise en 60 minutes, et la minute en 60 secondes.

Ce qu'on a peut-être un peu plus oublié, c'est que les fondateurs du système métrique avaient proposé de diviser la circonférence en 400 parties égales appelées *grades*, c'est-à-dire l'angle droit en 100 parties égales, et d'évaluer ensuite un angle ou un arc en grades ou en fractions décimales du grade poussées jusqu'à l'approximation que l'on désire atteindre.

Or, plusieurs Services importants — comme celui du Cadastre, et le Service géographique de l'Armée — ont adopté cette division, plus simple, plus conforme à l'ensemble du système métrique. Des tables logarithmiques ont été calculées et publiées sur cette base ; et, si l'usage de cette division centésimale de l'angle droit ne s'est pas généralisé, cela tient surtout, — à notre avis, — à l'immensité du travail qu'aurait exigé la refonte des documents astronomiques établis d'après les divisions anciennes.

En tous cas, et sans vouloir aucunement supprimer d'une façon complète ces anciennes divisions, surtout en Astronomie, il est fort à désirer que, dans l'enseignement, on ne passe pas les nouvelles sous silence. Les élèves de nos diverses écoles ne sont pas appelés à devenir tous astronomes, et ceux qui auraient à s'occuper plus tard du cadastre ou de questions géographiques, se trouveraient bien d'avoir reçu quelques notions sur une division plus rationnelle, et qui, dans les calculs, donne moins facilement naissance à certaines erreurs. Cependant ils restent, en général, à ce sujet, dans une ignorance totale. Aussi, serait-il fort à souhaiter que le vœu de l'Association, tendant à l'enseignement des deux moyens de mesure, fût pris en sérieuse considération par les personnes qui ont en France la charge de l'Instruction publique.

IV. — Application des mathématiques a la mécanique

Deux questions d'intérêt général figuraient à l'ordre du jour des Sections de Mathématiques depuis le Congrès de Caen.

La première est ainsi conçue :

« *De l'utilité qu'il y aurait à essayer de mettre plus* « *complètement les Mathématiques pures au service des* « *sciences d'application, notamment en ce qui concerne* « *la Mécanique.* »

Ce sujet a été maintenu à l'ordre du jour pour les futurs Congrès, avec prière à tous ceux qui en auraient connaissance de vouloir bien signaler les livres, ouvrages ou travaux publiés dans le sens indiqué.

Il est profondément regrettable, en effet, que des personnes ayant reçu primitivement une instruction mathématique sérieuse, mais mises par leurs obligations professionnelles dans l'impossibilité de suivre les progrès récents accomplis, se trouvent, pour ainsi dire, réduites à pratiquer une sorte de routine dans les applications qu'elles ont quotidiennement à faire. C'est un des résultats fâcheux de la division extrême du travail à laquelle conduisent les progrès mêmes de la science et de l'industrie. En dépit de cette spécialisation, ou plutôt à cause de cette spécialisation, il est utile de rapprocher le plus qu'on le pourra, la science pure de ses applications, et de ne pas laisser creuser un abîme profond entre le monde des savants et celui des ingénieurs.

V. — Congrès internationaux et Bibliothèques de mathématiques

La seconde question à l'ordre du jour — également depuis le Congrès de Caen — est ainsi formulée :

« *Etude des moyens qui seraient de nature à assurer* « *un échange de vues plus facile et plus suivi entre les* « *mathématiciens des diverses nations, et qui pourraient* « *contribuer ainsi aux progrès des sciences mathéma-* « *tiques et au perfectionnement des méthodes.* »

Cette question en soulève une foule d'autres, qui avaient, pour la plupart, été rapidement examinées au Congrès de Caen. On l'a reprise à Bordeaux sous deux aspects principaux qui semblent *aujourd'hui* des plus intéressants, à des titres fort divers : *Congrès mathématiques internationaux ;* Création d'une *Bibliothèque mathématique des travailleurs.*

L'idée de la réunion de *Congrès mathématiques internationaux* est venue spontanément à l'esprit de certains correspondants de l'*Intermédiaire des Mathématiciens*, et ce journal lui a simplement servi de véhicule. Elle s'est peu à peu répandue, et quel-

ques savants des plus illustres s'y sont attachés avec une véritable passion. Nous pouvons, sans en attribuer le monopole à personne, citer tout particulièrement, parmi les adhérents, les noms de MM. George Cantor, Lampe, en Allemagne ; Vassilief, en Russie ; Hermite, Poincaré, en France ; Neuberg, en Belgique ; et bien d'autres encore. Des votes formels ont été émis en faveur de cette organisation par l'Association française (Congrès de Caen); par la Deutsche Mathematiker Vereinigung (Vienne, 1894); par la Société Mathématique américaine des Etats-Unis (1894) ; par la Société Mathématique de France et la Société Philomathique de Paris (1895).

Les Sections de Mathématiques, au Congrès de Bordeaux, ont persisté dans la même voie. Il est en effet extraordinaire que des Congrès internationaux de Médecine, de Bibliographie, d'Hygiène, de Géographie, etc., etc., soient périodiquement tenus au grand profit de la science, et que les Mathématiques jusqu'ici soient restées en dehors de ce mouvement général. Il est vrai de dire que les progrès s'accomplissent surtout par les travaux individuels des savants ; mais n'en est-il pas de même ailleurs ? Du reste, les Congrès projetés n'auraient pas pour objet de réunir des communications individuelles, qui trouveraient ailleurs leur place. Ils auraient pour but essentiel de se faire présenter un tableau général des progrès accomplis, dans les divers pays et dans les diverses branches des Mathématiques, au cours de l'intervalle de quelques années séparant un congrès du précédent. Indirectement, ils rendraient, en outre, un grand service en permettant à des savants, travaillant dans des directions analogues, de se rencontrer et de se connaître.

M. Vassilief, qui s'est fait l'apôtre de l'idée dont nous parlons, avec une patiente énergie, réunira l'année prochaine à Kazan un assez grand nombre de mathématiciens de diverses nations. Là il proposera le programme suivant : réunion en 1897, dans une ville de Suisse ou de Belgique (à désigner) d'un Congrès *constituant*, dont le but unique sera de régler les conditions de fonctionnement des futurs congrès internationaux ; fixation, dès maintenant convenue en principe, du premier Congrès mathématique international, à Paris en 1900.

C'est à ce programme d'ensemble que les Sections de Mathématiques du Congrès de Bordeaux ont donné leur plus entière adhésion, et on ne peut que les en féliciter.

L'idée de la création d'une bibliothèque mathématique destinée à fournir des moyens de travail aux personnes isolées, vivant en dehors des grands centres scientifiques, s'est fait jour pour la première fois au Congrès de Caen (1874). Elle a été présentée par M. Lémeray, appuyée par les Sections de Mathématiques, et vivement patronnée ensuite par le journal l'*Intermédiaire des Mathématiciens*. Au bout de quelques mois, M. le Dr Hulmann, qui avait pris l'affaire à cœur, fondait la *Bibliothèque mathématique des travailleurs*, dont le siège est à Paris (Auteuil), 4, rue de la Cure. C'est de l'état d'avancement de cette œuvre qu'on s'est entretenu au Congrès de Bordeaux, et les plus vives félicitations ont été votées au Dr Hulmann pour son initiative.

Depuis lors, la *Bibliothèque mathématique des travailleurs* a publié son premier catalogue, portant la date de juillet 1895 et qui compte plus de 600 numéros. Le fonctionnement très simple de l'institution est le suivant : Des abonnements annuels ou semestriels, à 24 francs ou 12 francs, donnant à chaque abonné le droit de recevoir 2 volumes qui peuvent être conservés pendant 14 jours pleins et constamment renouvelés. Tout volume ou tout recueil existant dans le commerce et demandé par un abonné est immédiatement acquis par la Bibliothèque, laquelle s'enrichit, en outre, des dons qui lui sont faits à titre gracieux. Le catalogue signalé plus haut comprend déjà un grand nombre d'ouvrages ou de mémoires d'une extrême rareté. Quelques-uns seraient même introuvables en librairie. Il y a là le noyau d'une collection scientifique merveilleuse et le germe de la plus utile des institutions, au point de vue mathématique.

Il nous suffit de l'exposé qui précède pour montrer que l'ensemble des travaux du Congrès de Bordeaux, dans le domaine un peu restreint dont nous nous occupons ici, est de nature à satisfaire tous ceux qui s'intéressent à la Science et à ses progrès.

C.-A. Laisant.
Docteur ès sciences, Répétiteur d'Analyse à l'École Polytechnique.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

L'ASSAINISSEMENT DE PARIS. L'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT PAR L'IRRIGATION.

Tout à l'Egout; Rien à la Seine. C'est ainsi qu'on a résumé depuis quelques années le programme d'assainissement que Paris est en train d'exécuter. Les lois du 4 avril 1889 et du 10 juillet 1894, l'inauguration en juillet 1895 de la presque totalité des travaux prévus par la première de ces lois ont marqué les principales étapes vers un but qui sera définitivement atteint dans un petit nombre d'années. La loi de 1894 fixe, en effet, un délai maximum de cinq ans pour la suppression complète des écoulements d'eaux d'égout en Seine. Il est intéressant d'examiner la situation actuelle, de montrer le progrès accompli et celui qui reste à accomplir.

Nous laisserons ici de côté les travaux faits ou à faire dans Paris même et dont le but principal est le *Tout à l'égout.* L'objet de cet article est d'exposer l'ensemble des travaux faits ou projetés pour épurer par l'irrigation les eaux d'égout de Paris, pour réaliser la seconde partie de la formule : *Rien à la Seine.*

I. — LE PASSÉ. — GENNEVILLIERS

C'est d'un passé bien récent que nous voulons parler, d'un état de choses qui a subsisté jusqu'au milieu de 1895.

Les égoûts de Paris donnaient un débit moyen de 450.000 mètres cubes par jour, dont 50.000 mètres cubes par le collecteur du Nord et 400.000 par les collecteurs qui arrivent à Clichy. Le débit de chaque jour peut varier suivant la saison de 20 % en plus ou en moins de la valeur moyenne sans parler des crues exceptionnelles dues aux orages.

Les eaux pouvaient aller, soit en Seine, soit dans la presqu'île de Gennevilliers.

Les premiers essais d'épuration des eaux par le sol ont été faits dans cette presqu'île en 1869; interrompus par la guerre, ils se sont développés de plus en plus, et, actuellement, la superficie irriguée est de 800 hectares en nombre rond. La plaine, aride et inculte, s'est transformée en un immense jardin potager; la valeur locative de l'hectare a passé de 100 à 500 frs et l'état sanitaire est resté excellent.

La ville de Paris ne possède pas de terrains; les eaux d'égout sont simplement livrées pendant le jour aux particuliers qui en prennent ce qu'il leur plaît et quand il leur plaît. Elles arrivent en premier lieu du collecteur du Nord; une galerie spéciale, dite dérivation de Saint-Ouen, capable d'absorber en temps normal tout le débit de ce collecteur, prend les eaux à la porte de Paris, et, par la gravité seule, les amène à Gennevilliers Au cas absolument exceptionnel où les cultivateurs n'absorberaient toute l'eau ainsi amenée, une partie serait renvoyée en Seine vers Saint-Denis par le prolongement du collecteur du Nord. Pendant la nuit les eaux continuent à se rendre en Seine.

L'eau ainsi amenée pendant le jour à Gennevilliers ne suffisant généralement pas aux demandes, le surplus était envoyé de Clichy au moyen de pompes élévatoires. La marche de ces pompes était constamment

Fig. 1. — *Carte générale des irrigations.* — K A B, collecteur du nord; A C, dérivation de Saint-Ouen; D D, collecteur existant et aboutissant à Clichy; E, collecteur en construction et aboutissant à Clichy; S, siphon existant pour amener à Clichy les eaux de la rive gauche; T, siphon en construction, conduisant à Clichy. — D'autres siphons non figurés amènent vers la rive droite les eaux de la Cité et de l'île Saint-Louis.

réglée sur la consommation. *Il n'était jamais refoulé à Gennevilliers une quantité d'eau supérieure à la consommation et devant être rejetée en Seine dans son état primitif.*

La Seine recevait donc, en fait d'eau provenant de Paris : 1° la totalité du débit de nuit, 2° pendant le jour l'excès du volume débité à Clichy sur le volume refoulé à Gennevilliers. Il était inutile de faire fonctionner les irrigations pendant la nuit tant que le service de jour suffisait à alimenter les terrains irrigables disponibles.

D'après la statistique de 1893, Gennevilliers a absorbé en moyenne 90.000 mètres cubes par jour avec minimum de 50.000 en février et maximum de 130.000 en juin. D'une année à l'autre le maximum ne serait guère dépassé. Mais nous verrons plus bas que le minimum d'hiver peut être notablement relevé. Le débit des égouts étant en moyenne de 450.000 mètres cubes, il a été jeté en Seine une moyenne de 360.000 m. cubes soit les $^4/_5$ du total ; Gennevilliers a absorbé $^1/_5$.

En divisant le cube absorbé dans l'année par le nombre d'hectares en culture, on trouve un chiffre peu différent de 40.000 mètres cubes par hectare et par an. Il correspond à un débit moyen de 110 mètres cubes par hectare et par jour, et serait obtenu en répandant sur le sol chaque jour une couche uniforme de 11 millimètres de hauteur. Comme comparaison nous pouvons indiquer que, dans le midi de la France, pour les irrigations, on considère comme un bon dosage 1 litre par seconde et par hectare, soit en moyenne 86 mètres cubes par jour et par hectare. C'est un peu moins qu'à Gennevilliers.

A Berlin le cube des eaux d'égoût ne s'élève qu'à 172.000 mètres cubes par jour pour 1.600.000 habitants au lieu de 450.000 mètres cubes à Paris pour 2.500.000 habitants. Aussi les eaux sont bien plus concentrées. Pour ce motif, et aussi en raison de la nature différente du sol, le dosage des irrigations est seulement de 14.000 mètres cubes, soit environ le tiers du dosage adopté pour Paris [1].

On a souvent objecté que, pendant la saison froide, les cultivateurs n'auraient aucune raison pour prendre de l'eau, la végétation étant arrêtée ; que, même par les temps de gelée, le sol ne pourrait plus rien absorber et que la Seine devrait finalement recevoir toute l'eau complètement souillée. Il n'en est rien ; l'eau des égouts, même par les plus fortes gelées, arrive avec une température de 5 à 8° au-dessus de zéro ; répandue en assez grande abondance, elle empêche le sol de geler et peut être absorbée par lui. Lors même que la végétation est arrêtée, l'irrigation à haute dose est employée utilement comme moyen de colmatage et de fumure.

Nous pouvons citer, à ce sujet, les résultats de janvier et février 1895, ce dernier mois ayant été marqué par de très fortes gelées. La moyenne des cubes absorbés rapportés à la totalité des surfaces en culture représente pour janvier un débit de 85 mètres cubes par hectare et par jour, pour février 110 mètres cubes, le premier légèrement inférieur, le second sensiblement égal à la moyenne. Pour des raisons de convenance personnelle, les cultivateurs n'ont pratiqué l'irrigation d'hiver que sur $^1/_6$ des surfaces irrigables. Si l'on rapportait les volumes d'eau au nombre d'hectares effectivement irrigués, on aurait des chiffres sextuples des précédents, soit près de 700 mètres cubes par jour et par hectare, représentant une couche uniforme de 7 centimètres de hauteur répandue chaque jour.

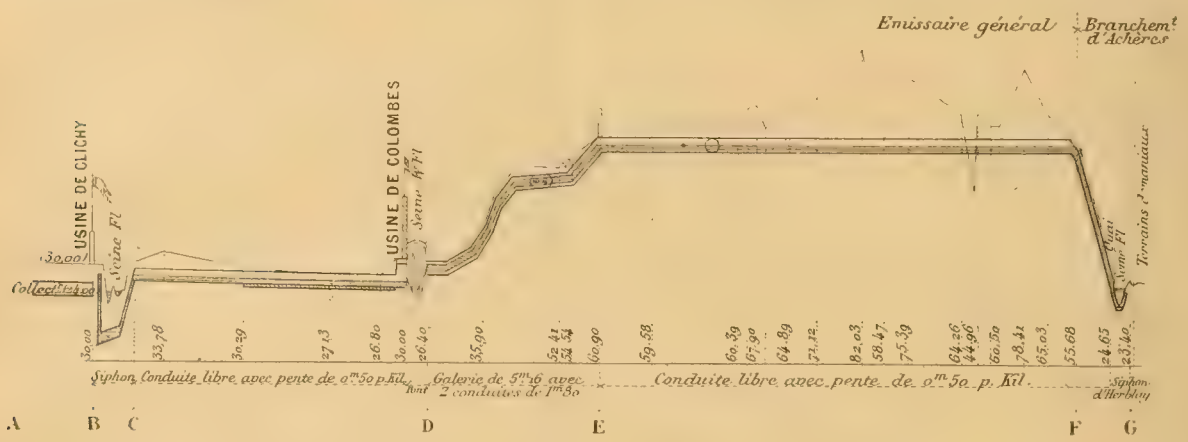


Fig. 2. — *Profil en long de l'acqueduc pour l'enlèvement des eaux d'égoût.*

Rappelons, ce qui est important, que tous les chiffres donnés ci-dessus *résultent du libre usage de l'eau par les cultivateurs*, sans que la Ville ait imposé aucun mode de faire spécial.

Nous croyons inutile d'insister ici sur le mode de distribution des eaux par conduites et rigoles, sur le mode d'emploi, variable avec les diverses cultures, sur les drainages qui facilitent l'écoulement des eaux épurées, et enfin sur la nature sablonneuse du terrain qui rend l'épuration possible et fructueuse. Nous n'avons pas non plus l'intention de reprendre les discussions de principe sur le Tout-à-l'égout et l'épuration par le sol. Constatons simplement que la Ville disposait pour ses eaux d'égout d'un moyen d'épuration satisfaisant comme fonctionnement mais insuffisant comme quantité. Les irrigations de Gennevilliers ont montré la voie à suivre ; tel était leur but ; mais, n'enlevant que $^1/_5$ du débit des égouts, elles ne peuvent diminuer sensiblement la souillure de la Seine. Dans la presse, dans les assemblées, on a suffisamment gémi sur l'état du fleuve en aval de Clichy ; nous croyons inutile de rééditer ces plaintes, parfaitement fondées.

La loi de 1889 a permis de faire un premier progrès comme quantité d'eau épurée. C'est ce progrès qui est maintenant réalisé.

II. — LE PRÉSENT ET L'AVENIR IMMÉDIAT. — LES TRAVAUX PRÉVUS PAR LA LOI DU 4 AVRIL 1889.

Cette loi permet à la Ville :

1° De louer à l'Etat, dans la presqu'île de Saint-Germain, une surface de terrain de 800 hectares présentant la même nature sablonneuse que le terrain de Gen-

[1] Voir Launay, *Annales des Ponts et Chaussées*, 1895.

[1] Voir pour plus de détail : *Les irrigations à l'eau d'égout dans la presqu'île de Gennevilliers* par M. Launay, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; *Revue d'hygiène*, 20 mai 1895.

nevilliers, suffisamment éloigné des centres habités et lieux de villégiature;

2° De faire les travaux nécessaires pour y amener les eaux d'égout;

3° D'y procéder à l'épandage de ces eaux sans dépasser le débit de 40.000 mètres cube par hectare et par an, et en limitant l'épandage aux terrains mis en culture. Le dosage indiqué concorde avec celui qui s'est tout naturellement établi à Gennevilliers.

Le 7 juillet 1895 les travaux étaient inaugurés et l'épandage commençait sur une partie des 800 hectares loués à la Ville.

Gennevilliers continue à recevoir normalement la totalité des eaux amenées par le collecteur du Nord.

Des eaux arrivant à Clichy, une première partie est refoulée à Gennevilliers suivant les besoins; une autre partie est refoulée vers les nouveaux terrains à irriguer, le reste continue provisoirement à aller en Seine.

Un aqueduc, dont nous donnons le plan (fig. 1) et le profil en long (fig. 2) mène actuellement les eaux jusqu'à Herblay; il a été conçu de façon à pouvoir être prolongé ultérieurement en suivant la vallée de la Seine. Les sections ont été calculées en vue d'un débit de $9^{m3}75$ par seconde ou 850.000 mètres cubes par jour, soit plus du double du débit actuel à Clichy. L'avenir est donc largement ménagé.

Entre Clichy et Colombes, où la population est assez dense, on a tenu à éviter le passage en conduite forcée sauf sous la Seine. Les eaux sont donc relevées à Clichy juste de la hauteur nécessaire pour pouvoir aller par la gravité jusqu'à Colombes. Là, une deuxième usine les relève de la cote 24^m, à la cote 60^m. Un relèvement aussi considérable n'était pas nécessaire pour desservir les terrains loués en vertu de la loi de 1889. Il a été fait dans le but de pousser plus loin l'épandage. Du point haut les eaux continuent leur chemin en conduite libre jusqu'à Herblay. L'aqueduc principal comporte :

Relèvement de $6^m,40$ à Clichy.	
Traversée de la Seine en souterrain.....	510^m
Conduite libre entre le souterrain et Colombes....	5.000^m
Relèvement de 36^m à Colombes avec conduite forcée sur.....	2.500^m
Conduite libre jusqu'à Herblay.....	5.500^m
	13.510^m

A Herblay s'arrête, pour le moment, l'émissaire général; il s'en détache une branche qui mène les eaux en conduite forcée sur les terrains loués, en vertu de la loi de 1889, et communément appelés terrains d'Achères.

Nous ne pouvons ici entrer dans la description détaillée des machines élévatoires, et divers ouvrages d'art. Contentons-nous de mentionner, parmi les ouvrages les plus nouveaux, le siphon de Clichy, établi en anneaux de fonte par le procédé du bouclier, et les conduites ou galeries en mortier de ciment avec ossature métallique.

A Achères, la ville dispose de 800 hectares loués à l'Etat et de 200 hectares récemment acquis. Sur ces 1.000 hectares, 300 sont actuellement aménagés pour la culture, et munis de réseau de conduite assurant partout l'arrivée de l'eau. Le surplus sera aménagé au printemps prochain. Les terrains ne sont pas exploités directement par la Ville, mais affermés à des cultivateurs qui ont simplement l'obligation de prendre le cube refoulé par la Ville, dans les limites de 40.000 mètres cubes par hectare et par an.

Les 300 hectares, actuellement disponibles, absorbent 33.000 mètres cubes par jour. Les 700 hectares restant absorberont 77.000 mètres cubes. En ajoutant les 90.000 mètres cubes pris à Genevilliers, on voit que sur 450.000 mètres cubes, la Ville en épure actuellement 123.000 et en épurera l'été prochain 200.000, soit à peu près la moitié du débit total; et cela sans nouveaux gros travaux, moyennant la simple extension du réseau de distribution dans les champs à mettre en culture.

Sur ce débit, on peut compter que 50.000 mètres cubes viennent directement du collecteur du Nord à à Gennevilliers; 40.000 mètres cubes doivent être élevés de Clichy à Gennevilliers; le surplus, soit 33.000 mètres cubes actuellement, et 110.000 l'été prochain, doit être élevé de Clichy à Colombes et de Colombes à Herblay.

Actuellement, la quantité d'eau épurée étant limitée par la surface de terrains disponibles, on préfère, comme précédemment, ne refouler que pendant le jour. En admettant une marche moyenne de 12 heures par jour, le débit à pomper serait :

De Clichy sur Genevilliers.....		$0^{mm},920$ par sec.
De Clichy sur Colombes.....	actuellement	0.770
Et de Colombes sur Herblay.....	prochainement	2.550

L'usine de Clichy comprend 4 pompes à vapeur pouvant refouler chacune $1^{m3},200$ par seconde sur Gennevilliers, ou $1^{m3},600$ sur Colombes, la hauteur de refoulement étant moindre. Les besoins actuels et prochains sont donc assurés avec une machine pour Gennevilliers, deux machines pour Colombes et une machine disponible en cas de réparation aux autres. En admettant une marche de 24 heures par jour, on pourra refouler avec trois machines en activité et une machine de réserve :

Sur Gennevillers (½ machine).....	60.000^{m3}
Sur Colombes (2 ½ —).....	410.000
Total (3 —).....	450.000

Ce dernier chiffre est supérieur au débit total arrivant actuellement à Clichy. Du reste, en vue des besoins possibles dans l'avenir, l'espace est ménagé pour un deuxième groupe de machines égal au premier.

L'usine élévatoire de Colombes comprend actuellement 4 pompes à vapeur pouvant refouler en tout 2 mètres cubes par seconde. C'est à peu près suffisant pour assurer les besoins prochains avec une marche de 14 heures par jour en moyenne et sans pompe de réserve. Il est prévu deux nouveaux groupes de 4 pompes, ce qui portera le débit possible à 6 mètres cubes par seconde ou 520.000 mètres cubes par 24 heures. Même en conservant des machines de réserve pour le cas de réparation, et en tenant compte des oscillations du débit de part et d'autre de sa valeur moyenne, la puissance est suffisante pour élever les 360.000 mètres cubes passant à Colombes (débit total de 450.000 mètres cubes, déduction faite des 90.000 mètres cubes, pris par Gennevilliers. Du reste, la Ville dispose de l'emplacement nécessaire pour installer trois nouveaux groupes de 4 pompes et porter le débit total à 12 mètres cubes par seconde, soit plus de 1.000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Tous ces travaux ont été exécutés, sous la haute direction de M. l'Inspecteur général Huet, directeur des Travaux de la ville de Paris, par MM. Bechmann, ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, chef du service de l'assainissement, et Launay, ingénieur ordinaire, depuis ingénieur en chef. Nous ne pouvons que renvoyer aux mémoires détaillés publiés sur diverses parties des travaux [1].

Grâce aux travaux faits ou à faire prochainement, la Ville, au lieu d'épurer 1/5 de ses eaux, va être à même d'en épurer près de 1/2. C'est déjà une amélioration sensible quoique insuffisante; l'insufisance était prévue par tous ceux qui ont, à des titres divers, contribué à la loi de 1889. Aussi avons-nous remarqué que tous les travaux faits en exécution de cette loi ont été conçus en vue d'agrandissements ultérieurs. Sans plus attendre, aussitôt promulguée la loi de 1889, les représentants de la Ville ont continué les études pour aboutir à la loi de 1894 qui assure une solution définitive et complète, au moins pour quelques années.

[1] *Annales des Ponts et Chaussées*, mars 1895. Génie civil : 20 janvier, 27 janvier et 10 février 1894; 6 juillet, 3 août et 10 août 1895.

III. — L'AVENIR. LA LOI DU 10 JUILLET 1894.

Cette loi, entre autres dispositions, impose le Tout-à-l'égout aux propriétaires parisiens au fur et à mesure de l'achèvement des égouts. Elle impose, en outre, à la Ville de Paris l'obligation de terminer, dans un délai de cinq ans, les travaux nécessaires pour l'épandage de la totalité des eaux d'égout.

Une fois achevés les travaux prévus par la loi de 1889, la Ville épurera 200.000 mètres cubes d'eau par jour, et la Seine continuera à en recevoir 250.000. A raison de 110 mètres cubes par hectare, il faudra 2.300 hectares en plus des terrains actuellement disponibles. L'application du Tout-à-l'égout, l'augmentation de la population, l'extension de la distribution d'eau, l'augmentation des chasses dans les égouts vont grossir le débit des collecteurs. Sans trop chercher à être prophète, on peut évaluer à 100.000 mètres cubes par jour l'augmentation de débit à prévoir dans un petit nombre d'années. Ces 100.000 mètres cubes exigeront 900 hectares. C'est donc en gros 3.200 hectares de nouveaux terrains qu'il faut trouver.

Enfin, par suite du développement des constructions, la superficie cultivée à Gennevilliers va diminuer, et l'équivalent devra être trouvé ailleurs. Si nous ajoutons de ce chef 800 hectares, nous arrivons à 4.000 hectares pour la superficie à ajouter aux terrains actuellement disponibles.

Fort heureusement, on rencontre, au voisinage de la Seine, de grandes étendues de terrains sablonneux, analogues à ceux de Gennevilliers et d'Achères, suffisamment éloignés des centres habités, et pour lesquels l'arrivée des eaux d'égout sera une bonne fortune :

La ville dispose du domaine municipal de Méry-sur-Oise d'une contenance de.....	500 ha.
Il existe soit aux abords, soit entre ce domaine, la Seine et l'Oise, une surface de terrain sablonneux, peu habité, de.....	2.000
Dans la bouche de la Seine, entre Poissy et Triel, il existe un terrain appartenant à la Ville.....	100
Et des terrains privés irrigables.....	900
Enfin sur la rive gauche de la Seine en aval de Triel une surface de.....	1.500
	5.000 ha.

Les projets dont l'exécution est décidée et qui ont pour but d'assurer l'épandage sur tous ces terrains comprennent le prolongement de l'émissaire général d'Herblay à Triel, avec traversée de la Seine près de cette dernière ville, la construction des branchements de Méry et l'établissement à Pierrelaye d'une usine élévatoire pouvant refouler 1.200 litres par seconde, soit 100.000 mètres cubes par jour.

Enfin, la dérivation de Saint-Ouen serait prolongée jusqu'à Colombes et les eaux du collecteur du Nord réunies à celles des autres égouts. Gennevilliers prendra du passage ce qui lui sera nécessaire, mais, à toute heure, et, indépendamment de Gennevilliers, le *Rien à la Seine* sera assuré pour le collecteur du Nord, comme pour les autres.

Le projet ne comporte aucun réservoir. La capacité propre des collecteurs et de l'émissaire permettra de faire face à de légères fluctuations du débit. Mais, sauf cette réserve, le cube amené par les égouts devra être, au fur et à mesure, expulsé sur les champs d'irrigation. Le service des machines et l'épandage sur le sol devront donc être continus, la nuit comme le jour, mais avec une activité notablement moindre pendant la nuit que pendant le jour. Au cas où les particuliers accepteraient difficilement cette sujétion, il n'est pas mauvais que la Ville possède en propre une partie des terrains irrigables et puisse y imposer ses conditions.

Le groupe de quatre pompes existant à Clichy, les trois groupes de quatre pompes qui vont prochainement fonctionner à Colombes seront suffisants, au moins au début; et, comme nous avons dit, le terrain est acquis pour pouvoir doubler la puissance de chaque usine.

Nous avons vu également que l'émissaire général a une section largement suffisante pour les besoins à venir.

Quant à la surface de terrains irrigables, nous avons indiqué plus haut que la Ville allait disposer de 5.000 hectares nouveaux. En supposant Gennevilliers disparu et en ajoutant seulement les 1.000 hectares d'Achères, on arrive à un total de 6.000 hectares, pouvant épurer 660.000 mètres cubes par jour. Sous ce rapport et même en admettant quelques déconvenues, l'avenir est donc encore assuré. Autant que possible, la Ville ne compte pas faire l'acquisition de nouveaux terrains et développer ce système qui fonctionne à Achères et fonctionnera dans le domaine municipal de Méry; elle compte bien plutôt développer le système en vigueur actuellement à Gennevilliers, la fourniture d'eau aux cultivateurs.

D'après les termes mêmes de la loi du 10 Juillet 1894, c'est dans un délai de cinq ans, à partir de cette date, c'est-à-dire dans le courant de 1899, que la Seine cessera de recevoir les eaux d'égout parisiennes. Si cet heureux événement ne se produit pas plus tôt, la faute n'en est certes pas à la Ville de Paris et à ses représentants de tout ordre qui, depuis tant d'années, ont engagé la lutte en faveur du système actuellement adopté.

Et maintenant, il ne nous reste qu'un vœu à exprimer : c'est de voir les localités voisines suivre l'exemple de Paris. La Capitale accomplit dans l'œuvre commune la part qui lui incombe, la plus grosse part. A la banlieue d'accomplir la sienne, sous peine de voir le travail de Paris ne pas produire tout son effet utile. L'influence des communes suburbaines sur la souillure de la Seine, négligeable jusqu'ici par rapport à celle de Paris, va prendre une importance relative bien plus considérable. Elles aussi doivent couper court au mal. Souhaitons que, grâce à leur concours, le fameux *Rien à la Seine* devienne non plus une formule approchée, mais une formule pratiquement exacte.

P. LAURIOL,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Poincaré (H.), *de l'Académie des Sciences, Professeur de Physique mathématique à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste.** *Tome II : Méthodes de MM. Newcomb, Gyldén, Lindstedt et Bohlin.* — *1 vol. gr. in-8° de 480 pages (Prix : 14 fr.). Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris.* 1895.

Le second volume des *Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste* s'ouvre par des considérations d'un haut intérêt sur la représentation approchée des fonctions au moyen des développements asymptotiques ou semi-convergents. Les termes de ces séries contiennent en facteur les puissances successives d'une petite quantité μ, décroissent d'abord d'une façon rapide, puis se mettent à croître au delà de toute limite, à partir d'un rang plus ou moins éloigné. Leur divergence les rend impropres à définir des fonctions : mais elles peuvent néanmoins avoir de l'utilité pour en déterminer les valeurs numériques, du moment où l'on s'en tient à un degré d'approximation limité, il est vrai, mais parfois très considérable.

Cette propriété semble fréquemment paradoxale, même à des personnes possédant des connaissances mathématiques étendues. Il est pourtant bien aisé d'en saisir l'esprit.

Lorsque l'on développe une fonction en série, d'après une loi donnée, d'ailleurs quelconque, il faut constamment ajouter aux termes écrits un terme complémentaire ou *reste* pour reproduire identiquement la fonction. S'il arrive, dans un calcul numérique, qu'à un certain moment ce reste est inférieur à la limite de l'erreur que l'on ne veut pas dépasser, les termes écrits représentent pratiquement la fonction. Il importe peu, au point de vue numérique, que la loi du développement, appliquée au reste, conduise à une série convergente ou à une série divergente.

Telle est la circonstance grâce à laquelle les développements asymptotiques peuvent, dans bien des cas, être employés avec succès dans les recherches numériques. L'exemple classique de la série de Stirling, dont Cauchy a découvert les propriétés, met cette particularité en pleine lumière. Malgré sa divergence, cette suite fournit les valeurs de la fonction Eulérienne de seconde espèce, avec un degré d'approximation qui dépasse les besoins des applications.

Le terme complémentaire, dont il a été question ci-dessus, est en général d'une forme beaucoup trop complexe pour que la discussion en soit abordable. Mais, dans les développements asymptotiques, le quotient obtenu en divisant le terme complémentaire par la puissance du paramètre μ qui rentre en facteur dans le dernier terme écrit, ce quotient, dis-je, tend vers zéro en même temps que μ. Si μ, au lieu d'être nul, est assez petit, le reste est aussi une petite quantité, par rapport au dernier terme écrit, comme étant d'un ordre supérieur relativement à μ. Il devient alors théoriquement possible de discerner le moment opportun où le développement doit être arrêté, pour obtenir le degré d'approximation voulu, sans que la connaissance du reste soit indispensable.

Le chapitre VIII, en tête du volume, contient un théorème d'une importance capitale sur l'intégration des équations différentielles dont les seconds membres sont développables suivant les puissances successives d'un paramètre très petit μ. M. Poincaré établit la possibilité d'intégrer ces équations, par approximation, au moyen de développements semi-convergents, ordonnés suivant les puissance de μ.

Cette proposition intéresse directement les astronomes. Elle démontre que les procédés d'approximations successives, qu'ils emploient journellement, les conduisent à des développements divergents ou, plus exactement, semi-convergents. Elle justifie leur habitude d'arrêter les calculs au moment où les termes des séries deviennent inférieurs à la limite de l'erreur qu'ils ne veulent pas dépasser, le paramètre μ ayant, dans les applications, une très faible valeur.

Dans les chapitre IX et XI, M. Poincaré expose, en suivant une analyse qui lui est propre et avec d'importants perfectionnements, la méthode de M. Lindstedt qui permet d'obtenir l'expression des coordonnées des planètes, sous forme de séries purement trigonométriques. Il étend ces théories aux équations de la dynamique et au cas général du problème des trois corps.

Les séries obtenues antérieurement par M. Newcomb, en prenant pour point de départ la méthode de la variation des constantes arbitraires, sont également exemptes de termes séculaires. Ces séries et celles de M. Lindstedt ne présentent pas de différences. M. Poincaré réussit à établir leur identité.

Les principes développés au chapitre IX sont appliqués, dans le suivant, à l'étude des variations séculaires des éléments des orbites planétaires. Les équations définissant ces variations sont satisfaites par des séries purement trigonométriques. M. Poincaré démontre ainsi que les termes séculaires qui surgissent, par exemple, dans l'application de la méthode de Lagrange, sont introduits par les procédés de calcul et n'existent pas réellement. Malheureusement ce beau résultat n'avance en rien la question de la stabilité du système solaire. Le défaut de convergence uniforme des séries oppose une barrière infranchissable aux conclusions que l'on pourrait être tenté de tirer à cet égard.

L'application de la méthode de M. Lindstedt au problème des trois corps rencontre des difficultés dans l'hypothèse des petites excentricités. Ces excentricités pénètrent au carré dans les dénominateurs, au cours des opérations, et donnent lieu à des termes considérables, destinés à s'entre-détruire et gênants de toute façon, dans la suite des approximations.

L'inconvénient peut être évité. M. Poincaré en triomphe (chap. XII) en utilisant ses beaux travaux sur les solutions périodiques du problème des trois corps.

Au chapitre XIII on retrouve les séries de M. Lindstedt dont la divergence est établie. Ces suites n'en sont pas moins utilisables dans les applications, car elles sont semi-convergentes. Elles représentent les coordonnées avec une très grande approximation, si l'on n'a pas à considérer de petits diviseurs. Incidemment, M. Poincaré est amené à démontrer le théorème de Lagrange sur l'invariabilité des grands axes, que Poisson et, après lui, M. Tisserand ont étendu en tenant compte du carré des masses perturbatrices.

M. Poincaré ne s'astreint nullement, dans son exposition, à suivre pas à pas les auteurs dans leurs découvertes. Il se propose le but bien plus philosophique de mettre les méthodes en regard les unes des autres pour en faire valoir les qualités et les défauts, et pour en comparer le mécanisme. C'est également ce que le lecteur constatera plus loin, lorsqu'il sera question des méthodes de M. Gylden, de Delaunay et de M. Bohlin, qui ont été jusqu'ici présentées surtout en

vue des applications. Cette manière de faire plaira beaucoup au théoricien qui rencontera, dans les pages de ce bel ouvrage, de nombreux sujets de méditation. Agir autrement eût, du reste, fait double emploi avec le grand Traité de M. Tisserand, dont la qualité maîtresse est de conduire droit au but le chercheur qui veut aboutir à un résultat tangible.

Cependant, M. Poincaré ne néglige pas d'indiquer les moyens directs à employer pour obtenir les séries de M. Lindstedt ou de M. Newcomb, sans passer par les nombreux changements de variable, utiles seulement pour la démonstration. Ses recherches à ce sujet forment la matière des chapitres XIV et XV.

L'esprit commun aux méthodes employées généralement pour résoudre le problème des perturbations planétaires, est de prendre, comme orbite approchée, l'ellipse que chacune des planètes décrirait autour du Soleil si elle était isolée, puis à tenir compte de l'attraction des planètes, en seconde approximation. Le mouvement véritable est alors défini, à chaque instant, dans une ellipse qui varie lentement en grandeur et en position, d'une manière continue.

On ne peut plus procéder de la sorte dans la théorie de la lune. Il faut, dès le début, envisager une orbite qui se rapproche de l'orbite réelle plus que l'ellipse képlérienne. M. Gylden ayant en vue quelques petites planètes, dont la théorie présente des difficultés spéciales, choisit aussi, dès la première approximation, une orbite *intermédiaire* tenant le milieu entre l'orbite véritable et l'orbite elliptique. Des artifices particuliers permettent de se débarrasser des termes de la fonction perturbatrice de nature à diminuer la rapidité de la convergence des approximations successives. Le choix de l'orbite intermédiaire est intimement lié à la disparition simultanée de ces termes gênants.

Les opérations dépendent de l'intégration de deux équations différentielles qui jouent un rôle important dans plusieurs questions et particulièrement dans la détermination des mouvements du nœud et du périgée de la Lune. L'une d'elles, qui est linéaire et à coefficients périodiques, a provoqué de nombreux travaux. M. Poincaré traite le sujet avec tous les détails qu'il mérite dans le chapitre XVII.

Les méthodes de M. Newcomb et de M. Lindstedt paraîtront, surtout avec les perfectionnements que l'auteur y a introduits, plus simples et plus satisfaisantes que celles de M. Gylden. Cependant, l'étude de ces dernières n'en conserve pas moins toute son utilité, car elles contiennent des aperçus qui portent l'empreinte d'un puissant esprit.

Lorsque les moyens mouvements sont près de la commensurabilité exacte, il peut y avoir nécessité à considérer des termes de la fonction perturbatrice donnant lieu à des diviseurs très petits. Les méthodes précédentes tombent alors en défaut et, pour tourner la difficulté, il faut avoir recours à la méthode de Delaunay ou à celle de M. Bohlin, qui lui est étroitement apparentée (chap. XIX, XX, XXI).

Il reste cependant encore quelque chose à faire dans cet ordre d'idées. Les approximations sont quelquefois gênées par des multiplicateurs notables, et, M. Bohlin l'a reconnu dans un travail récent, il ne faudrait pas s'attaquer à une petite planète dont le moyen mouvement serait, par exemple, trop voisin du double ou du triple de celui de Jupiter, sous peine de rencontrer en route des obstacles insurmontables.

Les développements de M. Bohlin sont divergents ou, plus exactement, semi-convergents comme ceux de MM. Newcomb, Lindstedt et Gylden, mais présentent avec eux une différence. Les termes des derniers décroissent rapidement, grâce à la présence des puissances successives d'une petite quantité μ, qu'ils contiennent en facteur. La décroissance des termes des séries de M. Bohlin est aussi une conséquence de la petitesse de μ; mais, ce ne sont plus les puissances entières de ce paramètre qui y figurent en facteur, ce sont les puissances entières de $\sqrt{\mu}$.

En terminant cette analyse, qui ne donne qu'une idée bien imparfaite d'un livre si remarquable à tous égards, on nous permettra une réflexion.

La préoccupation dominante des fondateurs de la Mécanique céleste a été d'établir une théorie mathématique des phénomènes astronomiques, destinée à mettre la loi de Newton face à face avec l'observation. Leurs résultats, aujourd'hui sanctionnés par l'expérience, constituent le plus beau monument qui ait été élevé à la gloire de l'auteur de la philosophie naturelle. Le manque de perfection analytique des séries, que M. Poincaré vient de découvrir, laisse l'édifice debout; mais on doit se féliciter que la vérité ait été longue à sortir de l'obscurité, car elle eût été, au début, de nature à jeter du discrédit sur l'Astronomie mathématique et en eût peut-être entravé l'essor. Le hasard, heureusement, se plait à servir ceux qui en sont dignes. Les hommes de génie, qui ont fondé la Mécanique céleste, ont pu aller à l'aventure dans les sentiers ardus de l'Analyse; mais ils ont ouvert le chemin, et leur œuvre n'en subsiste pas moins prospère et féconde. Comme l'a dit M. Hermite, en rappelant à l'Académie des Sciences que M. Poincaré avait obtenu le prix institué par S. M. le Roi de Suède et de Norwège, prix auquel tous les géomètres de l'Europe étaient appelés à concourir, « ce n'est pas le seul exemple à citer du rôle bienfaisant de l'erreur dans les Mathématiques ».

Maurice HAMY.

2° Sciences physiques.

Sidersky (D.), *Ingénieur-chimiste.* — **Polarisation et Saccharimétrie.** — *1 vol. petit in-8° de 152 pages avec 32 figures de l'Encyclopédie Scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1895.

L'ouvrage de M. Sidersky constitue un aide-mémoire dans le sens vrai du mot; il comprend deux grandes parties. La première, qui s'occupe de la théorie du sujet, passe en revue les divers modes de polarisation de la lumière, les propriétés du rayon polarisé, l'étude du pouvoir rotatoire spécifique et des divers instruments de polarisation : polarimètres, polaristrobomètres, saccharimètres. — La seconde partie, rédigée au point de vue pratique, comprend le dosage optique de diverses substances : sucre de canne (essais de sucres bruts, de masses cuites, de mélasses, de betteraves, de résidus); sucres réducteurs (glucoses, sirops, miel, lait, vin, urine, substances amylacées); alcaloïdes du quinquina. Un appendice final renferme l'essai optique des autres alcaloïdes et la recherche de l'huile de résine dans l'huile de lin; un chapitre bibliographique et une table des matières terminent l'ouvrage.

Les appareils employés et la technique des divers essais sont décrits avec d'assez grands détails; un certain nombre de figures aident à l'intelligence du texte; enfin le livre de M. Sidersky renferme plusieurs tables très soignées, presque toutes originales, concernant les pouvoirs rotatoires de diverses matières optiquement actives, les poids normaux relatifs aux dosages saccharimétriques, les chiffres de polarisation Sidersky et Dupont pour les saccharimètres français, et divers pouvoirs rotatoires des alcaloïdes du quinquina ou de leurs sels en solution dans différents véhicules.

En passant, l'auteur, pour éviter l'emploi des échelles saccharimétriques allemande et française, propose une nouvelle échelle uniforme « dont le point 100 serait déterminé par la rotation produite dans un tube de 20 centimètres de longueur par une solution sucrée contenant par litre 200 grammes de sucre pur, soit un poids normal de 20 grammes de sucre pour 100 centimètres cubes jaugeage métrique ». Cette idée, si elle se répandait, unifierait les prises d'essai pour les différentes contrées et permettrait de rester ainsi dans les unités métriques.

A. HÉBERT.

Fleurent (E). — *Préparateur du Cours de Chimie industrielle au Conservatoire national des Arts-et-Métiers.* — **Recherches sur la constitution des matières albuminoïdes extraites de l'organisme végétal.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Un vol. in-8° de 69 pages, Gauthier-Villars et fils, éditeur, Paris,* 1895.

Ce travail est une application aux albuminoïdes végétaux de l'élégante méthode qu'a employée M. Schützenberger dans ses mémorables recherches sur les matières protéiques d'origine animale. On sait que, en principe, cette méthode consiste à hydrater les albuminoïdes par l'hydrate de baryum, à haute température et sous pression; une partie de l'azote se change en ammoniaque libre et le noyau protéique se transforme en un mélange de corps aminés cristallisables, dont l'étude est relativement facile.

M. Fleurent a donc soumis à cette réaction le gluten brut et ses deux constituants principaux, la caséine et la fibrine végétales, puis la légumine et l'albumine du pois, enfin, d'une manière incidente, l'acide aspartique et l'acide glutamique qui, comme on le sait, touchent de près aux albuminoïdes végétaux.

Les produits qui se forment dans l'hydratation de ces corps sont semblables à ceux que donne l'albumine de l'œuf dans les mêmes conditions : on y rencontre encore de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de l'acide acétique, de l'acide oxalique, parfois de l'acide succinique, puis de la tyrosine, des leucines et des leucéines; mais toujours la quantité d'ammoniaque dégagée est différente de celle qui correspond aux acides carbonique et oxalique : elle lui est supérieure dans le cas des glutens et inférieure dans le cas de la légumine et de l'albumine végétale, tandis qu'il y a toujours équivalence, d'après M. Schützenberger, pour les protéines animales.

En discutant les causes probables de cette divergence, M. Fleurent a été conduit à soumettre également les acides aspartique et glutamique à l'action de l'hydrate de baryum, et il a reconnu que ces corps dégagent ainsi une grande quantité d'ammoniaque; évidemment cette décomposition a lieu pendant l'attaque des albuminoïdes, et aux groupes urée et oxamide, qui paraissent être seuls à fournir l'ammoniaque dégagée par hydratation de l'albumine d'œuf, il faut ajouter ici les groupes asparagine et glutamine.

Tout cela est logique et irréprochable en principe, mais l'étude chimique de ces dernières réactions nous semble un peu trop négligée : l'auteur paraît surpris de voir figurer l'acide acétique et l'acide oxalique parmi les produits de dédoublement de l'acide aspartique; on sait cependant que ces corps prennent naissance dans l'action des alcalis sur l'acide malique, qui est forcément le premier terme de la transformation de l'acide aspartique; puis, comment l'auteur a-t-il caractérisé l'acide pyrotartrique, qu'il nous dit se former par hydratation de l'acide glutamique? Il eût été intéressant d'entrer dans quelques détails à ce sujet, car la présence de l'acide pyrotartrique ici nous paraît étrange et incompréhensible.

Ces réserves faites, le travail en lui-même est fort intéressant : il démontre l'analogie de structure des divers albuminoïdes et nous montre entre ceux des deux règnes une différence essentielle, dont nous ne pouvons ici, faute de place, donner la démonstration : c'est que le noyau des protéines végétales est plus oxygéné que celui des protéines animales.

L. Maquenne.

Perrot (A.), *Professeur de Physique industrielle à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Distribution et Utilisation de l'Energie électrique** (2e *Année du Cours de Physique industrielle*). — *1 vol. in-8° autographié de 562 pages avec nombreuses figures. Paul Ruat, éditeur, 22, rue Noailles, Marseille,* 1895.

3° Sciences naturelles.

Ferrand (Paul), *Ancien Elève de l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Paris, Professeur de Métallurgie et d'Exploitation des Mines à l'Ecole des Mines d'Ouro-Preto (Brésil).* — **L'or à Minas-Geraes** (Brésil), 1er *volume.* — *1 vol. in-8° de 164 p. avec 26 fig., cartes et planches. Imprensa official de Estado de Minas Geraes. Ouro-Preto (Brésil),* 1895.

Cet ouvrage rassemble une série d'articles parus dans le *Génie civil*, de 1890 à 1894, et relatifs à l'étude des anciennes exploitations d'or au Brésil.

Une seconde partie, relative aux exploitations modernes, est en cours de publication. Ce premier volume est surtout intéressant par les données historiques qu'il fournit sur une question qui a toujours passionné l'opinion.

G. C.

Prillieux (Ed.), *Professeur à l'Institut National Agronomique.* — **Maladies des Plantes agricoles et des Arbres fruitiers et forestiers causées par des parasites végétaux.** *Tome I.* — *1 vol. in-8° de 424 pages avec 190 fig.* (*Bibliothèque de l'Enseignement agricole*). *Firmin-Didot et Cie, éditeurs. Paris,* 56, *rue Jacob,* 1895.

M. Prillieux écrit un livre pour les agriculteurs, les gens vivant à la campagne et possesseurs de cultures. Il faut naturellement, pour s'en servir, certaines connaissances botaniques, mais qui sont indispensables à ceux auxquels ce livre s'adresse. Il faut aussi se mettre au courant d'une technique opératoire, mais en quelques pages d'introduction l'auteur en dit assez à ce sujet.

Le Tome Ier, qui vient de paraître, comprend deux parties : dans la 1re, il s'agit des parasites végétaux autres que les champignons, des bactéries, par exemple celles des grains de blé roses, de la pourriture des pommes de terre, de la morve des Jacinthes, de la brûlure du Sorgho. Les champignons font l'objet de la 2e partie; d'abord les champignons inférieurs, ceux qui attaquent les jeunes semis, et la maladie de la pomme de terre, et le mildiou; puis les charbons des Céréales, de la Betterave, les rouilles des Céréales, des Conifères; ensuite les Basidiomycètes, le Polypore qui tue l'Epicea et le Pin, l'Armillaire qui ronge tant de nos arbres; enfin on entame le groupe des Ascomycètes avec les champignons déformant la feuille du pêcher, le fruit du prunier, les rameaux du cerisier, et quelques autres espèces. 190 figures bien choisies et bien exécutées aident à comprendre le texte. Dans cet exposé de maladies, toutes les fois qu'il y a des remèdes, l'auteur les fait connaître clairement.

N'oublions pas de dire que pour chaque groupe dont il parle, M. Prillieux a soin d'en indiquer les caractères essentiels et de définir les termes spéciaux employés.

Ajoutons, au point de vue matériel, que ce livre est fort agréable à lire.

Avec lui, l'agriculteur, voyant une plante malade d'un parasite, pourra, après une observation attentive, être renseigné sur la nature de ce dernier ; il n'en aura peut-être pas la détermination précise : car toutes les maladies des végétaux ne sauraient être mentionnées ici, mais il trouvera certainement à la rapporter à l'un des types décrits; il se rendra compte, par conséquent, des rapports du parasite et de la plante; il pourrra, si aucun remède ne lui est offert, se mettre à la recherche de moyens préventifs. Muni des données puisées dans ce livre, il comprendra la nature du mal et se trouvera en mesure de le combattre.

Le livre de M. Prillieux rend service non seulement à l'agriculteur, mais à l'instituteur, souvent consulté par le paysan, et aussi à l'étudiant, qui se perd dans des traités très complets destinés à l'homme de recherches.

Julien Ray,
Agrégé-Préparateur à l'Ecole Normale Supérieure.

4° Sciences médicales.

Langlois (Dr Paul), *Chef des Travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Précis d'Hygiène publique et privée.** — 1 *vol. in-8° de* 558 *pages avec figures intercalées dans le texte.* (*Prix*: 6 *fr.*). *Doin, éditeur, Paris*, 1896.

Le *Précis d'Hygiène* que vient de faire paraître notre distingué collaborateur le Dr Langlois s'adresse spécialement aux étudiants en Médecine. La place de l'Hygiène dans l'enseignement des sciences médicales prend chaque jour une importance nouvelle, et nous ne pouvons que regretter ici la faible part qui lui est accordée dans les épreuves probatoires. Alors que tous les examens ont subi des dédoublements successifs, la quatrième épreuve de doctorat réunit encore, à elle seule, trois matières : Thérapeutique, Médecine légale, Hygiène. Une interrogation de dix minutes au plus, comprenant une ou deux questions banales, et voilà le jeune docteur lancé dans le monde, appelé demain à devenir le guide scientifique, le directeur hygiéniste du petit centre où il va exercer ; il aura à répondre aux multiples questions de ses clients ; peut-être aussi lui arrivera-t-il d'être appelé, à titre officiel, dans un Conseil où une Commission d'Hygène, et il aura, dans ce cas, à prendre des mesures dont dépendra l'état sanitaire de tout un département.

L'idée qui a présidé à la rédaction du livre de M. Langlois est précisément de mettre le nouveau praticien en état de répondre à de telles exigences. Toutes les questions d'hygiène que le public a le droit de poser au médecin sont traitées, dans cet ouvrage, avec le soin constant de faire connaître, sur chaque sujet, ce qu'il importe d'en savoir pour aboutir à une conclusion pratique, comprendre, dans chaque cas particulier, ce qui doit être fait et l'exécuter correctement.

Réunir ainsi, dans un volume facile à lire et de moyenne étendue, les théories et la technique de l'Hygiène, constituait une tâche méritoire. Il n'existe pas, en effet, de science plus complexe : se rattachant à la Physiologie, à la Pathologie, à la Thérapeutique, l'Hygiène fait à chaque instant appel aux connaissances variées du physicien et du chimiste. On l'oublie trop souvent ; on ne remarque pas assez, d'ailleurs, que l'Hygiène a sa source principale dans la Physiologie humaine. Aussi nous associons-nous complètement aux revendications de M. Langlois, qui veut, dans le domaine de l'Hygiène, réserver à la Physiologie une place sinon prépondérante, au moins égale à celle qu'y tient aujourd'hui la Bactériologie. Le brillant Chef des Travaux physiologiques de la Faculté de Médecine de Paris se garde, toutefois, de diminuer l'importance attribuée aux micro-organismes pathogènes : il n'y a pas de chapitre de son livre où il ne s'inquiète du rôle de ces agents et ne s'applique à le préciser. La présence des microbes dans le sol, dans l'eau, dans l'air, dans nos aliments, leur résistance, les causes de destruction qu'ils rencontrent, l'occupent, comme il convenait. Mais l'auteur n'hésite pas à affirmer que le microbe pathogène n'est pas tout, que l'Hygiène ne réside pas, ainsi que se le figure le public ignorant et simpliste, dans l'art de détruire le microbe, qu'il faut surtout (étant donné que jamais nous ne pouvons être certains de supprimer autour de nous les agents infectieux) tendre à nous placer dans des conditions de non-réceptivité morbide, permettant de lutter contre l'infection, quelle qu'elle soit.

Les premiers chapitres du *Précis* de M. Langlois traitent du sol, de l'eau, de l'atmosphère, et résument exactement l'état de nos connaissances sur ces sujets. Nous n'y trouvons pas de nouveauté spécialement intéressante à signaler. Il en est tout autrement de l'étude, pleine d'originalité, qu'il a consacrée à l'alimentation : s'appuyant sur les dernières conceptions de l'isodynamisme, l'auteur montre comment s'expliquent les contradictions de jadis relatives à l'insuffisance de la ration alimentaire des paysans et de certaines peuplades peu civilisées : la petite quantité de viande dont beaucoup se contentent, est, en effet, très inférieure à celle que la Physiologie croyait nécessaire à l'entretien de l'organisme. Mais l'ancienne division de la ration alimentaire en albuminoïdes, graisses et hydrates de carbone, doit être aujourd'hui abandonnée : il faut, il est vrai, un minimum déterminé d'albuminoïdes pour compenser les pertes en azote de l'économie, mais ce minimum est faible. Le reste des aliments est surtout destiné à fournir de l'énergie : il faut un certain nombre de calories pour entretenir la machine animale et sa température normale au repos, un nombre plus élevé quand elle travaille, d'autant plus grand qu'elle travaille davantage ; or, ce nombre de calories nécessaire, nous le trouvons dans toutes les rations alimentaires, qu'elle qu'en soit la composition.

Après s'être laissé entraîner dans cette étude si intéressante, le physiologiste redevient hygiéniste pour exposer les dangers des aliments malsains, établir la comparaison entre la viande saine et la viande malade, montrer les tristes conséquences de l'alcoolisme, etc.

Il aborde ensuite la question si complexe de l'habitation : c'est, à la fois, en médecin et en architecte qu'il étudie les problèmes variés de la construction, de l'aération et du chauffage L'éloignement des *nuisances* l'occupe spécialement. Eloigner de l'habitation isolée les scories de la vie humaine est déjà chose difficile, mais combien le problème se complique quand il s'agit de préserver du voisinage de ces scories nos agglomérations actuelles de plusieurs milliers ou millions d'individus ! Les égouts, la façon de les construire et de les distribuer, les conditions de capacité, d'irrigation, etc., auxquelles ils doivent satisfaire, sont brièvement passés en revue. Il en est de même de la fosse de vidange, depuis la fosse fixe et l'épandage grossier, tel qu'il se pratique encore aux environs de Lille, jusqu'aux systèmes diviseurs compliqués et au Tout-à-l'Egout complet. Tout en n'hésitant pas à reconnaître dans ce dernier procédé le système de l'avenir, M. Langlois fait remarquer les difficultés considérables qui surgiront quand on voudra l'appliquer à une agglomération de trois millions de citadins, entourée elle-même d'une banlieue riche et peu peuplée.

Signalons simplement les chapitres consacrés à l'étude des groupes sociaux : Bureaux militaires, marins, scolaires. Sur l'hygiène militaire et l'hygiène navale, les renseignements sont très documentés ; l'hygiène scolaire est, au contraire, un peu trop négligée : la question du surmenage, de l'influence des programmes trop chargés, du matériel scolaire, etc., est fortement écourtée ; c'est ici pourtant que le rôle des exercices physiques aurait pu trouver sa place, alors que nous l'avons vainement cherché dans le cœur de l'ouvrage. Sous la plume du traducteur de « *La Fatigue* » de Mosso, cette lacune nous étonne.

L'hygiène industrielle a été traitée avec plus de développement, et c'est avec intérêt qu'on lira l'étude sur la législation comparée de l'Hygiène dans les différents pays européens.

Le *Précis* du Dr Langlois n'est pas seulement un manuel écrit en vue des examens que l'étudiant en Médecine doit subir ; il constitue, en outre, par l'abondance des documents et des chiffres, un véritable agenda de l'hygiéniste.

L. O.

Pioger (Dr Julien). — **La Question sanitaire dans ses rapports avec les intérêts et les droits de l'individu et de la société.** — 1 *vol. in-12 de* 236 *pages de la Petite Encyclopédie sociale, économique et financière.* (*Prix* : 3 *fr.*). *J. Giard et E. Brière, libraires-éditeurs*, 16, *rue Soufflot, Paris*, 1895.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Décembre 1895.

M. le Président **Marey** rend compte de sa visite à la Société Royale de Londres; il expose les projets de cette Société qui entreprend un travail d'une haute importance scientifique, la création d'un grand catalogue international, rassemblant tous les travaux publiés chaque année dans le monde entier sur toutes les branches de la Science.

1° Sciences mathématiques. — M. **Poincaré** fait hommage de ses « Leçons sur le Calcul des Probabilités » professées à la Sorbonne pendant le deuxième semestre 1893-94. — M. **W. Rutgers** adresse de la Haye un travail intitulé : « Nouvelle méthode d'élimination ». — M. **Paul Toulon** reprend le calcul de résistance pour les poutres droites à travées solidaires en abandonnant l'hypothèse que les points d'appui sont rigoureusement invariables et supposant que ces points d'appui sont élastiques et pressibles. — M. **G. Kœnigs** fait connaître une relation intéressante entre le problème de la réduction au type canonique d'un système d'équations différentielles quelconque et les invariants intégraux dont la notion a été introduite par M. Poincaré. — M. **Matyas Lerch** adresse une note sur le nombre des classes de formes quadratiques de déterminant négatif. — M. **Autonne** étend au cas de trois variables les propositions contenues dans sa note précédente sur les variétés unicursales. — M. **E. Goursat** établit sans aucun calcul, en s'appuyant sur le théorème de Dupin, que la sphère est la seule surface qui, dans tous les mouvements possibles, engendre une famille de Lamé.

2° Sciences physiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale un opuscule de M. **Stoletow** en langue russe, intitulé : Helmholtz et la Physique contemporaine. — M. **Demontzey** fait hommage de deux volumes intitulés : L'extinction des torrents en France par le reboisement. L'auteur fait connaître ce qu'il y a de fait et ce qui reste à faire pour terminer la lutte contre le déboisement des montagnes. — M. **Venukoff** présente deux blocs de sel gemme contenant des bulles d'eau mobiles. — M. **E. H. Amagat**, utilisant les déterminations récentes de M. Joly, de Dublin, sur les chaleurs spécifiques à volume constant de l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique entre 0 et 100° et dans des limites de pression relativement étendues, et ses déterminations propres, relatives aux valeurs de $\frac{dp}{dt}$ et $\frac{dv}{dt}$ pour ces mêmes gaz, a pu calculer la quantité $\frac{C}{c}$ et en déduire ses variations. 1° $\frac{C}{c}$ décroît de 1.930 à 1.592 quand, la densité restant constante, la température varie entre 20 et 100°. 2° Ce rapport croît avec la pression d'une façon notable et, sous pression constante, il décroît assez rapidement avec la température. — M. **Izarn** montre qu'il est facile de produire la photographie des ondes stationnaires en remplaçant la plaque photographique ordinaire par une plaque en gélatine bichromatée; malheureusement les franges n'apparaissent que dans la portion assez restreinte du spectre pour laquelle la gélatine bichromatée est sensible. — M. **Henri Moissan** expose une méthode d'analyse complète de l'aluminium et de ses alliages, méthode qui comprend le dosage du fer, du silicium, du cuivre, du sodium, du carbone, de l'azote, du titane et du soufre. L'étude comparée de plusieurs échantillons a fait connaître les grands progrès réalisés dans la pureté du métal, pureté qui est d'une importance capitale pour sa conservation. — M. **Aimé Girard** indique une méthode d'appréciation de la valeur boulangère des farines, fondée sur le dosage des débris d'enveloppe et de germe susceptibles de diminuer la qualité du pain. Ces débris, entraînés avec l'amidon dans le mélange de la pâte farineuse, sont séparés de l'amidon à l'aide de tamis convenables, puis dosés quantitativement au microscope. Ce procédé est d'une sensibilité remarquable pour séparer les diverses farines. — M. **Lechartier** expose l'ensemble de ses recherches, poursuivies sur la culture de la luzerne dans une même terre fractionnée en divers lots ayant reçu chacun des engrais de nature différente. Il y a une relation étroite entre la composition chimique minérale de la plante et le rendement de la culture; les éléments minéraux nécessaires manifestent leur absence par un appauvrissement de la plante qui peut aussi servir d'intermédiaire pour l'analyse du sol. — M. **H. Deslandres**, en préparant de l'argon par le lithium, a reconnu que ce métal, privé de la couche terne noirâtre qui l'accompagne généralement, absorbe l'azote complètement à froid. — M. **Claudius Limb** a reconnu que le fluorure de baryum simple ou le fluorure double de baryum et de sodium, traités à une chaleur modérée par le sodium, donnent une substance grise, évidemment du baryum réduit, absorbant énergiquement l'azote de l'air; l'auteur propose ce procédé pour préparer rapidement et à bon marché de grandes quantités d'argon. — M. **M. François** a étudié l'action de l'alcool bouillant sur l'iodure mercureux. Ce dernier corps est décomposé, et la décomposition s'arrête quand 100 grammes du liquide contiennent en chiffres ronds 0gr,220 d'iodure mercurique en solution. L'alcool employé au lavage de l'iodure mercureux l'enrichit donc constamment en mercure, et la séparation quantitative des iodures mercureux et mercurique par l'alcool n'est pas exacte. — M. **Maurice Prudhomme** expose une méthode nouvelle de synthèse de la parafuchsine et de ses dérivés, mono, di, tri, et tétraalcoylés. Ces nouvelles fuchsines deviennent graduellement de plus en plus violettes à mesure qu'augmente le nombre des radicaux alcooliques dans les groupes amidogènes. Il est à remarquer que deux substitutions de radicaux alcooliques agissent moins, pour pousser la nuance au violet, si elles sont réparties dans deux noyaux benzéniques que si elles appartiennent à un seul noyau. — M. **Œchsner de Connick** a recherché quel était le mode d'action des hypochlorites et des hypobromites alcalins sur quelques corps organiques à fonction amide et imide, les formiamide, acétamide, propionamide, butyramide; les oxamide, succinamide, succinimide, etc. — M. **J. Coquillon** a modifié légèrement son grisoumètre à fil de platine ou de palladium pour le dosage du gaz formène. Un mélange d'air et de $\frac{1}{10.000}$ de gaz des marais est accusé très nettement par une expérience durant seulement quelques minutes. Il importe que la pression ne varie pas pendant l'expérience; comme cette dernière est toujours courte, l'erreur n'est pas à redouter. — M. **H. Jay** a reconnu la présence de l'acide borique sur la plus grande partie, sinon sur la totalité du globe. Les végétaux absorbent partout, cultivés ou non, sur le sol ou dans les eaux, l'acide borique qu'ils rencontrent. Ce dernier, introduit à petites doses dans l'estomac des animaux, n'est pas assimilé et se trouve rejeté avec les urines et les autres déjections. L'acide borique a été dosé par entraînement par l'alcool méthylique et titrage au moyen du bleu CLB. — M. **Dastre** a étudié la solubilité et l'ac-

tivité des ferments solubles en liqueurs alcooliques 1° Le ferment protéolytique trypsine est soluble dans les liqueurs alcooliques de titres croissant jusqu'à 55°. La solubilité varie depuis 10 °/₀ jusqu'à 25 °/₀. 2° Le ferment amylolytique du pancréas est plus soluble encore. La solubilité se manifeste encore dans des liqueurs alcooliques au titre de 65 °/₀. — M. **Léo Vignon** a effectué des recherches sur la fixation du tanin et de l'acide gallique sur la soie. 1° La soie décreusée est capable de fixer de l'acide gallique et de l'acide tannique. 2° La fixation de l'acide gallique à 80° est sensiblement nulle par les bains à 1 °/₀; elle peut atteindre 7 à 8 °/₀ du poids de la soie pour les bains à 4 °/₀. 3° Le tanin est absorbé dans des proportions beaucoup plus considérables. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Ranvier** fait l'étude morphologique des capillaires lymphatiques des Mammifères. L'auteur injecte une solution de bleu de Prusse dans le pavillon de l'oreille du rat albinos; à travers le tissu conjonctif on peut alors constater que les capillaires lymphatiques forment, au voisinage du bord libre du pavillon de l'oreille, des culs-de-sac simples ou composés, mais on ne voit jamais le liquide injecté se répandre au delà de la limite des culs-de-sac terminaux. — MM. **Costantin** et **Matruchot** signalent quelques expériences sur le blanc de champignon obtenu par semis en milieu stérilisé. Dans ce cas, le blanc s'est montré supérieur au blanc ordinaire. — M. **Imbert** étudie la contraction musculaire. — M. **Bordier** a fait des recherches expérimentales sur le souffle électrique. L'auteur conclut qu'il y a intérêt en électrothérapie à employer des pointes non pas très effilées mais ayant, au contraire, un angle égal ou un peu supérieur à 90°. — M. **Vaillant** étudie la constitution et la structure de l'épine osseuse de la nageoire dorsale chez quelques Poissons malacoptérygiens, les Silures et les Cyprinoïdes. — M. **J. Bergeron** : L'étude stratigraphique et pétrographique des roches cristallophylliennes de la montagne Noire m'a permis de reconnaître que ce sont des roches de la série cambrienne métamorphisées. De plus, ce métamorphisme s'applique également à la série des Cévennes qui lui est identique et qui en forme le prolongement vers le Nord-Est. — M. **Mesnard**, d'observations faites sur diverses plantes, dit que le simple attouchement, tout comme l'action brusque des radiations solaires sur les plantes odoriférantes, provoque dans certains cas une augmentation d'intensité très notable dans le dégagement du parfum qui s'explique par une contraction du protoplasma cellulaire, laquelle peut exercer une véritable compression sur les cellules de la surface du limbe de la feuille ou des pétales odoriférantes. J. MARTIN.

Séance du 16 Décembre 1895.

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie qu'il a désigné MM. **Cornu** et **Sarrau** pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique pendant l'année scolaire 1895-96.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Bigourdan** adresse ses observations de la comète Brooks (1895, nov. 21), faites à l'Observatoire de Paris. La comète est une nébuleuse très faible et très diffuse. Le même savant donne la description d'un bolide observé à Paris le 15 décembre. — M. **J. Fenyi** adresse de Kalocsa (Hongrie) une nouvelle interprétation du phénomène des protubérances solaires. L'auteur admet que les phénomènes d'éruption se produisent dans l'espace absolument vide et que, malgré cela, la protubérance se compose d'un hydrogène incandescent, capable de produire les lignes ordinaires spectrales. Cette hypothèse possible est d'accord avec les observations. — M. **J. Bertrand** donne une nouvelle démonstration simplifiée du théorème relatif aux systèmes de surfaces dits systèmes de Dupin, démontré par MM. Adam et Goursat dans les séances précédentes. — M. **Emile Borel**, en utilisant le développement en série des fonctions de deux variables réelles admettant des dérivées de tous les ordres, a pu donner l'exemple d'une fonction de deux variables réelles, qui ne soit analytique en aucun point et qui s'introduise nécessairement à propos d'un problème très simple dans l'énoncé duquel ne figure qu'une fonction analytique à deux variables. — M. **E. Cosserat**, supposant connue la surface Σ, enveloppe d'un des plans entraînés par une surface Θ qui roule sur une surface Θ_1, s'est proposé de rechercher les mouvements de roulement correspondants. L'auteur développe les résultats obtenus : Si une surface Σ, différente d'une sphère, est rapportée à ses lignes de courbure (u) et (v) et si, en lui adjoignant le trièdre (T) dont l'axe des x est tangent à la courbe (v), le système qui se déduit des équations donnant les valeurs de x, de y et de z, (notation de M. Darboux), en y supposant $\alpha = 0$, admet pour z une solution renfermant une constante arbitraire, cette surface Σ a toutes ses lignes de courbure planes et réciproquement.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. R.-L. **Devaux** adresse un complément à sa précédente communication sur les moyens de combattre le grisou. — M. **H. Pellat** après avoir montré comment on pouvait, sans faire d'hypothèses, déduire des expériences classiques de l'électrostatique l'existence de forces agissant sur un diélectrique non électrisé, placé dans un champ électrique, et obtenir l'expression générale de ces forces, a soumis ces résultats au contrôle de l'expérience. L'auteur donne la description des procédés expérimentaux employés; les forces négligées jusqu'ici au point de vue expérimental, existent réellement, et sont bien représentées par les relations établies à priori. — M. **Alfred Basin** adresse des recherches sur le meilleur système de construction des barrages. — M. **A. Rossel** a constaté le carbure de calcium pulvérisé et chauffé avec du magnésium en poudre, soit dans un creuset en porcelaine, soit dans un tube dans lequel circule librement l'air atmosphérique, à la température du rouge sombre, se transforme en azoture de magnésium Mg^3Az^2 d'après l'équation :

$$CaC^2+3Mg+2Az+5O=CaO+Mg^3Az^2+2CO^2.$$

L'aluminium, le zinc, le fer et même le cuivre, fournissent, dans les mêmes conditions, des réactions semblables, réactions qui apportent une preuve de plus que l'azote, à l'époque de la formation des premières couches géologiques, ne se trouvait pas à l'état libre, mais combiné aux métaux. — M. **A. Mourlot** a repris les études de M. Moissan sur la réaction de l'acide sulfhydrique sur le chrome métallique. Il se forme, à la haute température d'un four à réverbère alimenté au coke, un protosulfure cristallisé, dont toutes les propriétés chimiques correspondent à une grande stabilité. — M. **Guntz** a pu obtenir un sous-chlorure de lithium en dissolvant au rouge du lithium dans le chlorure fondu; ce composé, de formule Li^2Cl, décompose l'eau avec autant d'énergie que le lithium :

$$Li^2Cl+H^2O=LiCl+LiOH+H.$$

Le lithium absorbe l'azote, même à la température ordinaire, quand l'air n'est pas absolument sec; il se forme un azoture rouge brun Li^3Az, brûlant avec étincelles quand on le broie un peu vivement, et décomposable par l'eau en donnant de l'ammoniaque. — M. **Georges F. Jaubert** a préparé quelques nouvelles safranines par oxydation d'un mélange de paraphénylène-diamine et de métacrisylènediamine monométhylée, ou bien en faisant réagir le nitrosophénol sur le monoéhtyle-métamidophénol et sur la métaoxyphényl α ou β-naphtylamine. — M. **E. Sorel** a vérifié de nouveau, contrairement aux assertions de certains observateurs, que l'*Aspergillus oryzæ* se transforme en un saccharomyces, quand ses organes sont immergés. De plus, la levure obtenue, cultivée successivement dans des moûts à 0 gr. 10 d'acide fluo-

rhydrique anhydre par litre, puis ensemencée sur du riz gonflé par la vapeur d'eau à 100°, se transforme de nouveau en *Aspergillus orizæ* de sorte qu'il devient ainsi possible de revenir au point de départ. — M. **Aimé Girard**, avec le concours de la Commission instituée pour établir les types de farines destinés à l'apurement des comptes d'admission temporaire de blé, a étudié la composition des farines et issues fournies par la mouture aux cylindres des blés tendres et des blés durs. L'étude analytique et pratique des produits provenant des trois moutures, conduit nettement à cette conclusion, que le point limitatif du rendement de la mouture en farines propres à la fabrication du pain blanc, poreux, bien levé, aisément digestible que réclame la consommation moderne, doit être compris entre 60 et 65 °/₀ du poids du blé ; au delà de ce point et pour rejoindre les issues proprement dites, on rencontre encore 5 °/₀ environ de produits farineux; mais les produits fortements acides chargés de débris actifs ne peuvent plus donner que des pains compacts, plats, à mie grasse, colorés, très chargés d'eau, d'une digestion et d'une conservation difficiles. — M. **C. Flammarion** a étudié l'influence des diverses radiation solaires sur la végétation. Le développement de la plante augmente dans l'ordre suivant avec les diverses couleurs : rouge, vert, blanc et bleu; la vigueur et la végétation varient dans un ordre différent : rouge, blanc, vert et bleu. Les radiations rouges et orangées augmentent la respiration des feuilles, l'assimilation du carbone et favorisent la transpiration. — M. **Armand Gautier** confirme les résultats de M. Flammarion en s'appuyant sur des recherches effectuées par lui il y a une douzaine d'années. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Le Dantec**, dans une note sur l'assimilation fonctionnelle, considère celle-ci comme la propriété vitale par excellence et établit la loi suivante : 1° les phénomènes d'assimilation, de création vitale correspondent aux phénomènes fonctionnels de l'organisme ; 2° les phénomènes d'usure, de destruction vitale, correspondent au repos fonctionnel. — M. **Malaquin** étudie la formation du schizozoïte dans la scissiparité chez les *Filigranes* et les *Salmacynes* (Serpuliens). Il se constitue toujours aux dépens de la région abdominale postérieure de l'individu souche, et il se produit trois ordres de phénomènes : 1° *blastogenèse* proprement dite; production d'un segment céphalique avec branchies, cerveau, stomodeum et des deux segments antérieurs du thorax ; 2° il y a *transformation des parties préexistantes*, sans blastogenèse dans les 5 à 7 derniers segments thoraciques ; 3° il y a *scissiparité* proprement dite pour la région abdominale qui ne présente aucun changement. Le schizozoïte ressemble à l'individu issu de l'œuf, à l'oozoïte. — M. **C. Dareste**, dans des recherches sur l'influence de l'électricité sur l'évolution de l'embryon de poule, a constaté une fois de plus que le germe peut être modifié virtuellement, avant la mise de l'œuf en incubation, lorsque les œufs sont soumis à diverses influences électriques pendant un temps très court. C'est ainsi qu'après avoir soumis les œufs à l'action d'étincelles de 12 centimètres produites par la machine Bonetty ou par la bobine de Rhumkorff, puis mis à la couveuse aussitôt après, l'auteur a trouvé chez la plupart d'entre eux des anomalies diverses se rattachant aux types tératologiques déjà connus. — M. **Emile Blanchard** dit qu'il a fait de nombreuses expériences, en partant des chenilles au sortir de l'œuf, pour modifier la couleur de certains Lépidoptères; mais il n'a pu y parvenir en élevant les chenilles sous des cloches de diverses couleurs. L'aile des papillons ne fut jamais altérée. — M. **Zeiller**, examinant les empreintes végétales des gisements houillers du Brésil méridional, a reconnu la présence d'un mélange de types de notre flore houillère de l'hémisphère boréal et de types de la flore à *Glossopteris* de la région austro-africaine et australo-indienne. On est là — dans la République Argentine la flore à *Glossopteris* règne sans partage — à la limite des deux grandes provinces botaniques, l'une comprenant tout l'hémisphère boréal et sans doute une partie de l'Afrique centrale, l'autre s'étendant depuis l'Afrique jusqu'à l'Amérique du Sud en englobant l'Inde et l'Australie. Ce mélange de types végétaux conduit à rapporter ces dépôts charbonneux à la fin de l'époque houillère ou au début de l'époque permienne. — M. **Em. Mer** signale une nouvelle maladie des feuilles du mélèze, qui s'accuse par le jaunissement des feuilles ; elles brunissent, puis tombent. J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Décembre 1895.

L'Académie procède au renouvellement de son Bureau pour 1896. M. **Hervieux**, vice-président en 1895, devient président pour la nouvelle année. M. **Caventou** est élu vice-président. M. **Cadet de Gassicourt** est réélu par acclamations secrétaire annuel. MM. **Constantin Paul** et **Guéniot** sont nommés membres du Conseil d'Administration. — M. **J. Berger** fait un rapport sur une note de M. **Le Roy des Barres**, concernant quatre cas de tétanos. Le rapporteur n'a pas grande confiance dans le traitement du tétanos traumatique par le sérum anti-toxique; il maintient les conclusions qu'il a déja formulées au sujet de cette maladie : l'amputation, pratiquée dans les tissus sains, met le blessé dans les meilleures conditions pour la guérison du tétanos traumatique ; dans les cas où elle peut être exécutée sans causer de mutilation trop étendue, on doit y recourir aussitôt que possible après le début des accidents. — M. **Henry Monod** fait une communication sur la diminution de la mortalité par la diphtérie, en France, depuis l'emploi du sérum anti-diphtérique. Dans la population de 108 villes comptant 8.150.000 habitants, et pendant le premier semestre des années 1888 à 1894, le nombre moyen des décès par diphtérie avait été de 2.627. Pendant le premier semestre de 1895 (époque de la première application du traitement par le sérum), le nombre des décès par diphtérie, dans cette même population, a été de 904. La diminution est de 65,6 °/₀ et elle va en augmentant. — M. le Dr **Folet** lit un mémoire sur les sténoses non cancéreuses du côlon descendant. — MM. **Delorme** et **Mignon** lisent un travail sur les fonctions de l'incision du péricarde. — MM. du **Cazal** et **Catrin** présentent un mémoire sur la contagion par le papier.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Décembre 1895.

MM. **Cadiot, Gilbert** et **Roger** citent de nouvelles expériences d'inoculation de la tuberculose des Mammifères aux Gallinacés ; les oiseaux se sont toujours montrés très réfractaires. — MM. **Cadéac** et **Bournet** montrent que, chez le bœuf, le bacille de la tuberculose peut traverser le tube digestif sans perdre de sa virulence. — M. **Rénon** a trouvé que, si l'on prend des spores d'Aspergillus fumigatus cultivées sur le même milieu et de même origine, mais d'âges différents, et qu'on les inocule, les plus vieilles ont perdu considérablement de leur virulence. — M. **Halt** communique ses recherches sur la nature infectieuse des abcès parenchymateux et des ulcérations périphériques ou centrales de la cornée. — M. **Giard** a réalisé un cas intéressant de production expérimentale de polydactylie chez la Salamandre d'Espagne. — M. **Dastre** a pu préparer des solutions alcooliques de divers ferments tels que la tripsine et l'amylase. — M. **Binet** communique ses recherches, faites à l'aide de tracés graphiques, sur l'influence du travail intellectuel sur les phénomènes de respiration et de circulation. — M. **Stapfer** a étudié les modifications circulatoires qui se produisent sous l'influence du massage abdominal. — M. **Morau**, après avoir réussi à inoculer le cancer à des souris, communique ses observations sur la

descendance de ces animaux. — M. **Couvreur** montre, chez le ver à soie, la production de glycogène aux dépens de la graisse, pendant ses diverses métamorphoses.

Séance du 14 Décembre 1895.

M. **Chabrié** expose une théorie des phénomènes chimiques qui ont lieu dans l'ossification. — M. **Grimbert** a trouvé que les antiseptiques intestinaux insolubles sont pour ainsi dire sans action sur le développement du *bacterium coli* et sur sa fonction chromatique. — M. **Roger** a constaté que la tuberculose était assez fréquente chez le perroquet et que cette affection était bien de la tuberculose humaine et non de la tuberculose aviaire. — M. **Kauffmann** analyse un mémoire de M. **Hahn** relatif à l'action de l'alcool sur la sécrétion gastrique. — M. **Bonnier** étudie les modifications que l'on observe dans les plantes lorsqu'on les change d'altitude et de climat.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Décembre 1895.

M. **d'Arsonval** expose les résultats de ses dernières recherches sur les décharges électriques de la raie-torpille. Pour enregistrer la forme de la décharge, il emploie un appareil composé de deux tambours de Marey reliés par un tube creux ; l'un de ces tambours porte le style inscripteur, l'autre une bobine traversée par le courant et plongée dans un champ magnétique. On obtient une courbe dont l'allure générale est la même que celle de la contraction d'un muscle, quand on excite le nerf de ce muscle : accroissement rapide des ordonnées suivi d'une chute plus lente. Mais la première courbe n'est pas continue comme la seconde ; elle présente de fortes indentations, qui montrent, comme l'avait déjà indiqué M. Marey, que la torpille produit une série de décharges, en nombre égal à huit en général et dont la durée totale est de 0,1 ou de 0,15 seconde. En plaçant des lampes à incandescence sur le circuit, on a pu constater l'existence d'une différence de potentiel de 25 volts avec un courant de 11 ampères ; des expériences encore incomplètes montrent que la différence de potentiel, en circuit ouvert, entre la face dorsale et la face ventrale de l'organe électrique, (lequel correspond à la partie comestible de la raie ordinaire) dépasse 300 volts. La volonté de l'animal est nécessaire pour produire le phénomène, qui ne peut se répéter sans arrêt qu'un petit nombre de fois. L'examen de la constitution de l'organe électrique fournit à M. d'Arsonval l'explication de l'origine de ces décharges : des séries de prismes hexagonaux perpendiculaires à la surface ventrale, sont constituées par un empilement de petites cases renfermant chacune deux substances : à la base une masse hyaline gélatineuse, présentant la double réfraction ; au-dessous un liquide plus transparent ; toutes les cases d'une même pile sont réunies, par leur partie inférieure, à un filet nerveux et le faisceau de tous les filets d'un même côté constitue un nerf qui se rattache à un lobe spécial, qu'on nomme, depuis Matteucci, lobe électrique. Les analogies qu'on a voulu établir entre ce système et une pile de Volta ou une série de condensateurs sont inexactes, puisqu'on n'observe aucun effet quand on coupe le nerf ou quand on n'excite pas l'animal ; la contraction est nécessaire à la production de l'électricité. M. d'Arsonval pense que le résultat de cette contraction est de faire varier l'étendue de la surface de contact entre la matière hyaline et le liquide qui la surmonte et, par suite, de produire un courant, comme dans les expériences de M. Lippmann sur la variation de la surface de contact entre du mercure et un électrolyte. — M. **Trouvé** présente des lampes destinées à fournir une *solution pratique de l'éclairage domestique portatif et général par l'acétylène*. Le gaz est produit par la décomposition du carbure de calcium, préparé au four électrique et conservé dans le pétrole, dont la porosité est assez faible pour qu'on puisse régler l'attaque par l'eau. Les lampes portatives renferment un panier et une cloche analogue au dispositif du briquet à hydrogène. La flamme a une uniformité et une intensité d'éclat très remarquables, mais les appareils portatifs présentent encore quelques inconvénients. Il faut charger les lampes aussi exactement que possible pour le temps qu'elles doivent brûler (100 grammes par heure pour 4 carcels) car on ne peut pas se contenter d'éteindre purement et simplement : la petite quantité d'eau qui reste au contact du carbure continue l'attaque et il faut éteindre et rallumer deux fois. D'autre part, le gaz est chargé de vapeur d'eau, qui se condense et obstrue les tubes ; M. Trouvé décrit le système qu'il emploie pour éviter cet inconvénient. Enfin le gaz est très chargé de carbures, il n'est pas aussi fluide que le gaz d'éclairage ordinaire et il serait bon de le mélanger à un corps inerte comme l'azote et l'acide carbonique. Tous ces inconvénients disparaissent d'ailleurs pour les appareils à poste fixe, qu'on peut relier à un gazomètre d'où le gaz sort dans un état convenable. Le prix de revient actuel serait de 6 centimes par carcel-heure. — M. **Ducretet** annonce qu'il fera connaître dans quelques semaines un appareil absolument pratique, permettant d'utiliser les carbures de Suisse, moins chers que le produit employé par M. Trouvé, mais dont la porosité extrême ne permet pas de régler l'attaque par l'eau.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 18 Décembre 1895.

M. **Arth** étudie l'action de l'isocyanate de phényle sur l'acide γ pimélique dérivé du menthol. On obtient une dianilide répondant à la formule :

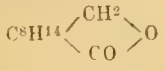
$$C^5H^{10}\begin{cases}COAzHC^6H^5\\COAzHC^6H^5\end{cases}$$

Ce produit, chauffé à 300°, se détruit avec formation d'anilide, mais sans fournir le phénylimide :

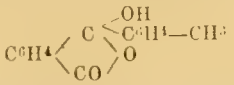
$$C^5H^{10}\begin{cases}CO\\CO\end{cases}AzC^6H^5$$

Cette réaction confirme l'impossibilité d'obtenir un anhydride avec l'acide susdit ; celui-ci ne peut donc être un acide succinique substitué. — M. **Guntz** prépare un chlorure de lithium de formule Li^2Cl en chauffant ensemble au rouge des poids moléculaires de lithium et de chlorure de lithium. Le composé obtenu est un corps gris clair très dur, ressemblant à du chlorure de sodium fondu. Il est décomposable par l'eau en dégageant de l'hydrogène. Il a une légère odeur d'ammoniaque, due à la difficulté d'éviter la formation d'une certaine quantité d'azoture de lithium ; celui-ci se forme toujours par suite de la facilité avec laquelle le lithium absorbe l'azote. M. Guntz a constaté que cette absorption de l'azote par le lithium se produit même à froid. — M. **Haller** fait part de ses recherches sur les produits de réduction par l'amalgame de sodium à 5 °/₀, en solution alcoolique acide, de l'anhydride camphorique droit. Il se forme du camphorate et de l'éthylcamphorate de soude, et environ 2 °/₀ d'un corps huileux au sein duquel se déposent des cristaux pennés d'un composé blanc dont la composition répond à la formule $C^{10}H^{16}O^2$. Ce produit se volatilise au bain-marie ; il possède une saveur fraîche et piquante, fond à 210° (213° corr.), est insoluble dans l'eau et les alcalis, mais très soluble dans la plupart des autres dissolvants. Chauffé avec de la potasse alcoolique, il se dissout et la solution, débarrassée de l'alcool, reste limpide. Les acides reprécipitent le corps avec ses propriétés primitives. M. Hal-

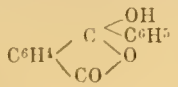
ler considère ce corps comme de la *campholide*, c'est-à-dire comme une lactone :



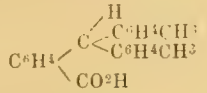
présentant quelque analogie avec la phtalide. — M. Guyot, s'appuyant sur ce que le chlorure de l'acide paratoluylorthobenzoïque, condensé avec le toluène en présence de chlorure d'aluminium, donne, avec d'excellents rendements, de la ditolylphtalide, propose de considérer l'acide paratoluylorthobenzoïque comme un acide-lactone ayant la formule suivante :



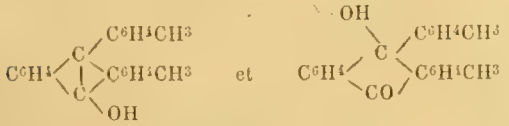
Il rappelle qu'autrefois Bredt a proposé une formule analogue pour l'acide benzoylorthobenzoïque :



et que plus récemment MM. Haller et Guyot, dans une communication à l'Académie des Sciences, ont repris l'hypothèse de Bredt en l'appuyant sur de nouveaux faits. — M. Guyot décrit ensuite : l'acide ditolylphénylméthaneorthocarbonique :



les anthranol et oxanthranol correspondants :



tous composés bien cristallisés, obtenus avec la ditolylphtalide par les réactions bien connues indiquées par Baeyer.

A. Haller.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J. Norman Lockyer, F. R. S. — Sur le nouveau gaz extrait de l'uraninite (3e note). — Dans ma première note [1], j'ai donné les longueurs d'onde des lignes qui ont été observées, à la fois à la pression atmosphérique et à basse pression, dans le spectre du ou des gaz obtenus par la méthode qui consiste à chauffer dans le vide l'uraninite ou bröggerite. Depuis lors, les diverses photographies obtenues ont été mesurées, en particulier les longueurs d'onde des lignes situées dans le spectre de structure de l'hydrogène au delà de la région décrite par Hasselberg. J'ai, en outre, observé le spectre d'autres minéraux voisins de l'uraninite dans le but de déterminer si l'un d'eux donnait des lignes indiquant la présence du gaz de l'uraninite ou d'autres gaz. Je donne maintenant le tableau des lignes mesurées dans les spectres de 18 minéraux entre λλ 3889 et 4580 R, région pour laquelle, avec les plaques employées, l'action photographique était la plus intense (voir Tableau I).

Dans ce tableau, on remarquera que les lignes suivantes : λλ 4479, 4196, 4156 et 4152,5, indiquées dans ma première note, ont été exclues, car j'ai reconnu qu'elles appartenaient au spectre de l'hydrogène. La ligne 4368 a été également omise, car elle coïncide probablement avec une ligne de l'oxygène. Le tableau, à côté des longueurs d'onde des lignes des minéraux étudiés, renferme les lignes observées et

Tableau I

LONGUEURS D'ONDE					
LIGNES DES SPECTRES DES GAZ DE DIVERS MINÉRAUX VOISINS DE L'URANINITE		LIGNES DU SPECTRE DE LA CHROMOSPHÈRE	LIGNES DU SPECTRE DE L'ÉCLIPSE DE 1893	LIGNES DU SPECTRE D'ORION	REMARQUES
Échelle de Rowland	Échelle d'Angström	Échelle d'Angström	Échelle de Rowland	Échelle de Rowland	
3889	3888.5	3888.73	3889.1	*	U
3947	3946.5	3945.2	3946		U
3982	3981.5		3982		
4026.5	4025.9		4026.5	4026.5	U
4142	4141.3				
4145	4144.3		4144	4144	
4177	4176.3	4178.8	4177.8	4178	
4182	4181.3				
4338	4337.3	4338		4338	
4347	4346.3		*	4346	
4390	4389.3	4388.5	4390	4389	
4398	4397.3	4398.5	4398.7		
4453	4452.3		4454		U
4471	4470.3	4471.2	4471.8	4471.8	
4515	4514.3	4514	4514.5		
4522	4521.3	4522	4522.9		
4580	4579.3				

* Larges lignes de l'hydrogène s'étendant sur ce point.
U. Lignes fréquentes dans le spectre de la Broggerite.

mesurées par Young dans la chromosphère solaire, celles photographiées pendant l'éclipse de 1893 par M. Fowler avec un instrument de 6 pouces, et celles photographiées avec le même instrument à Kensington de quelques étoiles du groupe III de ma classification de la constellation d'Orion. Ce tableau fait avancer la question des relations des nouveaux gaz avec les phénomènes solaires et stellaires beaucoup plus que je ne me serais d'abord aventuré à le supposer. Il semble que nous sommes en présence de la *vera causa*, non de deux ou trois, mais de beaucoup de lignes jusqu'alors classées comme inconnues par ceux qui étudient la chimie solaire et stellaire. Si cette idée se confirme, les nouveaux gaz vont prendre une importance considérable dans la Chimie céleste, quoiqu'ils aient peut-être peu de valeur pratique sur notre globe. On peut remarquer les différences qui existent entre les observations de l'éclipse et celles de la chromosphère. Les premières ont été faites alors que les basses couches de l'atmosphère solaire étaient à l'état tranquille et donnaient un spectre pur produit à une température constante ; pour l'observation de la chromosphère, les couches étaient dans un état de perturbation et produisaient des protubérances dont les lignes troublaient le spectre. Les observations de l'éclipse ont donc une valeur plus grande ; mais si, d'un autre côté, on les compare avec le spectre de certaines étoiles, on constate que ce dernier offre le meilleur criterium pour toutes les observations.

[1] Voyez *Revue générale des Sciences* du 30 Octobre 1895, page 952.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 1er Décembre 1895.

1° Sciences physiques. — M. H.-A. **Lorentz** s'occupe du théorème de M. Poynting sur l'énergie du champ électromagnétique et deux propositions générales de l'Optique. Il applique les équations fondamentales de la théorie de Maxwell à un système quelconque de corps, conducteurs ou diélectriques, isotropes ou anisotropes, entourés de tous côtés par l'éther et soumis à des forces électromotrices. Si, pour un certain état de mouvement A, on désigne par $\mathfrak{S}$ le courant électrique, par $\mathfrak{E}$ la force électrique, par $\mathfrak{H}$ la force magnétique, par $\mathfrak{B}$ l'induction magnétique et qu'on distingue par des accents les quantités correspondantes pour un second état A', on arrive à l'équation :

$$\int (\mathfrak{H}\mathfrak{B}')\, d\tau + 4\pi \int (\mathfrak{E}'\mathfrak{S})\, d\tau = \int \begin{vmatrix} \mathfrak{H}_x & \mathfrak{H}_y & \mathfrak{H}_z \\ \mathfrak{E}_x & \mathfrak{E}_y & \mathfrak{E}_z \\ \lambda & \mu & \nu \end{vmatrix} d\sigma \ldots (1)$$

Dans cette formule, où $(\mathfrak{H}\mathfrak{B}')$ et $(\mathfrak{E}'\mathfrak{S})$ représentent les sommes $\sum\left(\mathfrak{H}_u \frac{\partial \mathfrak{B}_u}{\partial t}\right)$ et $\Sigma\,(\mathfrak{E}'_u \mathfrak{S}_u)$ pour $u = x, y, z$, il est question de l'espace τ situé à l'intérieur d'une surface fermée quelconque σ; les indices x, y, z servent à indiquer les composantes des vecteurs et λ, μ, ν représentent les cosinus directeurs de la normale extérieure de la surface. On revient à l'équation de M. Poynting (*Phil. Trans.* London, vol. CLXXV, p. 343) en prenant pour A et A' un même état de mouvement. Si, au contraire, A et A' sont différents, on peut établir une seconde relation en changeant entre elles les quantités qui se rapportent à A et A'; cette nouvelle équation étant soustraite de l'équation (1), on obtient une formule trouvée par M. Volterra (*Acta mathematica*, tome XVI, p. 189) sous une forme légèrement différente et appliquée par l'auteur dans cette étude-ci à la propagation de la lumière. Il appelle « source élémentaire lumineuse » un espace infiniment petit ω dans lequel agit une force électromotrice de direction constante et dont la grandeur peut être représentée par $p \cos \frac{2\pi}{T}(t+q)$, q ayant la même valeur dans toute l'étendue de ω; « direction et phase » d'une source celle de la force électromotrice; « intensité » d'une source la valeur de l'intégrale $\int p d\tau$ étendue à l'espace ω; « couple de sources » un système de deux sources infiniment voisines l'une de l'autre, de directions et d'intensités égales, mais de phases opposées. Cela posé, il démontre les deux propositions suivantes : 1° Une source de la direction h placée dans un point P, produit dans un autre point P' du système un courant électrique dont la composante suivant la direction quelconque h' est égale à la composante suivant la direction h du courant que produirait en P une source placée en P' et ayant la direction h' et la même intensité et phase que la première source. 2° Les vibrations qui sont produites à l'intérieur d'une surface fermée par des sources extérieures quelconques, peuvent être considérées comme provenant d'une distribution déterminée de sources et de couples de sources sur la surface elle-même. Le premier théorème est au fond la même chose qu'une loi de réciprocité bien connue qui a été énoncée, entre autres, par Von Helmholtz dans son *Optique physiologique;* le second théorème est une extension du « principe de Huygens ». — M. Lorentz présente : 1° un mémoire de M. L.-H. **Siertsema** : Sur l'impossibilité d'existence de matières diamagnétiques d'après M. P. Duhem et sur quelques propriétés de minimum dans le champ magnétique; 2° un mémoire de M. C.-H. **Wind** : Etude de la théorie des magnéto-optiques, en rapport avec l'effet de M. Hall. Sont nommés rapporteurs MM. Lorentz et Van der Waals. — M. H. Kamerlingh Onnes communique les mesures de M. P. **Zeeman** : Sur l'absorption des vibrations électriques dans différents électrolytes. Ce travail fait suite à celui publié le mois précédent (*Rev. gén. des Sc.*, tome VI, p. 1068). Les résultats obtenus sont : 1° En traversant une couche d'une solution de sulfate de cuivre de 5,7 centimètre d'épaisseur et d'une conductibilité de 3340. 10^{-10} ($\theta = 18°,1$) par rapport au mercure, l'intensité des vibrations électriques diminue jusqu'à la troisième partie de l'énergie incidente. Ce résultat est indépendant d'une hypothèse, nécessaire dans le travail antérieur. 2° Des solutions aqueuses d'une conductibilité égale absorbent au même degré les vibrations d'une même période.

2. Sciences naturelles. — M. **Th. W. Engelmann** s'occupe d'abord de l'influence de la contraction sur la conductibilité physiologique du muscle ventriculaire et l'explication des phénomènes d'allorhytmie. Ordinairement, à chaque systole la contraction des deux ventricules se fait simultanément et partout avec la même intensité. Sous des circonstances anormales (obstacle du courant sanguin, lésion mécanique locale du cœur, influence des poisons, etc.), les contractions deviennent indépendantes l'une de l'autre. Alors le pouls accuse les phénomènes d'allorythmie ou d'arythmie, dont les médecins savent distinguer les formes différentes de « pulsus alternans intermittens, myurus, bigeminus », etc. Quant au point de vue théorique, les anomalies, où des parties, fonctionnant ensemble d'ordinaire, montrent des battements particuliers, sont d'un intérêt extrême. Ces phénomènes d'*incongruence*, étudiés récemment par M. Ph. Knoll, n'ont pas encore trouvé une explication suffisante. Ils semblent former un argument important contre la théorie de l'auteur, qui veut que la systole normale du cœur se base sur la propagation de l'excitation de cellule musculaire en cellule musculaire. En effet, la masse des deux ventricules formant un entier cohérent dont les cellules constituantes sont partout en rapport organique l'une avec l'autre, il ne semble pas exister une raison pour que l'onde de contraction ne se propageât pas de ventricule en ventricule tout aussi bien que de cellule en cellule. Dans sa précédente communication (*Rev. gén. des Sc.*, tome VI, p. 868), l'auteur a déjà indiqué un moment, ignoré jusqu'ici, qui fait entrevoir comment les phénomènes d'hémisystole et d'allorythmie peuvent être expliqués. A présent, il propose un nouveau facteur qui même doit mener à ces phénomènes, l'influence de la contraction sur la conductibilité de la substance musculaire de la paroi du cœur. A l'aide d'expériences très ingénieuses sur le cœur de la grenouille, l'auteur démontre que la contraction elle-même nuit temporairement à la faculté de conduction du tissu musculaire de la paroi du cœur, comme l'ont prouvé des recherches antérieures par rapport aux muscles unis de l'uretère, des intestins, etc. Aussi la contraction affaiblit temporairement la contractilité. — Ensuite M. **Engelmann** indique un moyen très simple pour éviter l'excitation extrapolaire des muscles et des nerfs qui présente des difficultés extrêmes dans la localisation, nécessaire dans plusieurs expériences physiologiques, avec des courants de haute tension. Le moyen en question est de diminuer autant que possible la densité extrapolaire du courant en donnant au courant une section transversale considérable. A cette fin, l'auteur place des morceaux de ouate imbibés d'une solution physiologique de NaCl à côté des électrodes. — M. **W. Koster Gz.** : Sur une méthode pour déterminer le centre de rotation de l'œil. Appareil, formules qui déterminent la distance du centre : 1° au sommet de la cornée et 2° à la visière. Résultat : il n'y a pas de centre fixe et variable; dans le même plan à différents angles de rotation correspondant des centres différents. — M. **W. van Bemmelen** : Die Linien gleicher Säkular-Variation der Declination (Les courbes à variations séculaire égale de déclination). P.-H. Schoute.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

537,53
770

LA PHOTOGRAPHIE DE L'INVISIBLE

La nouvelle de la grande découverte que vient de faire le Professeur Röntgen a passé directement de son laboratoire dans le public, où elle s'est propagée avec la rapidité de l'éclair avant même que les journaux scientifiques aient eu le temps d'en parler.

Il n'est bruit, en ce moment, que des « rayons cathodiques », des « rayons de Röntgen », et de cette merveille qu'on peut aujourd'hui photographier du dehors l'intérieur du corps humain. Déjà la Chirurgie, s'emparant de la nouvelle méthode, s'apprête à l'appliquer au diagnostic des lésions osseuses, et s'attend à la faire bientôt servir à l'exploration de tous les organes.

Les physiciens y voient, les uns la promesse, les autres la menace d'une révolution.

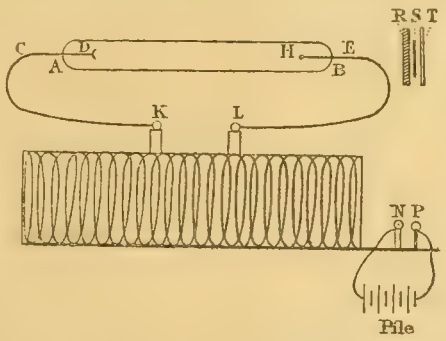


Fig. 1. *Schéma de l'expérience de M. Röntgen.* — AB, tube de Crookes.— Une batterie de piles actionne une bobine de Ruhmkorff, dont les pôles sont reliés aux électrodes C et E qui pénètrent dans le tube. La décharge jaillit du pôle négatif D, ou *cathode*, dans la direction du pôle positif H. — R, planche de bois; S, main humaine; T, plaque photographique.

Les études suivantes, — dues à MM. H. Poincaré, W.-C. Röntgen, A. Schuster, J. Bottomley et J. Perrin, — exposent d'une façon complète la découverte de M. Röntgen, les travaux qu'elle a déjà provoqués et les idées qu'elle suscite. Ces articles supposent la connaissance d'un certain nombre de faits antérieurement acquis à la science, et déjà décrits dans cette *Revue* [1]. Si quelque lecteur ne les a pas, en ce moment, présents à l'esprit, il nous saura, sans doute, gré de les résumer brièvement ici. Pour bien montrer en quoi consiste l'invention du savant physicien de Würtzbourg, il est, en effet, nécessaire, d'en rappeler les sources, qui sont, croyons-nous, dans l'œuvre expérimentale de W. Crookes et les conceptions philosophiques de Maxwell.

Prenons, avec Crookes, un tube de verre (fig. 1) scellé aux deux bouts A et B, après que le vide partiel a été fait et présentant la disposition que voici : La paroi de l'extrémité A est traversée par un fil de cuivre C que termine, à l'intérieur du tube, le pôle D. La paroi de l'extrémité opposée B livre, de même, passage à un fil de cuivre E, qui a pour pôle H.

Relions les fils C et E aux pôles K et L d'une bobine d'induction, et choisissons, à cet effet, une bobine de Ruhmkorff susceptible de donner des

[1] Voyez : W. Crookes : Les décharges électriques dans les gaz raréfiés et la constitution de la matière. *Revue générale des Sciences* du 30 mars et du 15 avril 1891 ; tome II, pages 161 à 170 et 216 à 226.

L. Poincaré : Les rayons cathodiques et l'hypothèse de la matière radiante. *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1894, tome V, pages 701 à 705.

étincelles longues d'environ 8 à 10 centimètres.

Cette bobine peut être, comme on sait, actionnée par toutes sortes de générateurs électriques. Fournissons-lui, au moyen d'un gros fil, le courant continu d'une batterie de piles ou d'accumulateurs, courant que nous ferons d'assez grand débit et de pression relativement faible; la bobine l'interrompra à de très courts intervalles, et il en résultera, dans son circuit de fil fin, une série de variations très rapides d'état électrique, qui constituent son *courant induit*. Ce courant, qui est alternatif, différera aussi du courant inducteur en ce que la quantité d'électricité y sera beaucoup moindre, et la pression électrique incomparablement supérieure.

Quand deux fils métalliques, fixés aux pôles K et L de la bobine, viendront à se rapprocher, une étincelle jaillira entre eux. Ces faits sont depuis longtemps connus. On sait aussi que, si les fils D et H sont reliés aux pôles de la bobine, l'étincelle se produira entre D et H, d'autant plus longue, d'autant plus brillante que le milieu où elle éclatera sera plus raréfié. C'est là ce qui se passe, du moins grosso modo, dans les expériences classiques de *l'œuf électrique* et des *tubes de Geissler*.

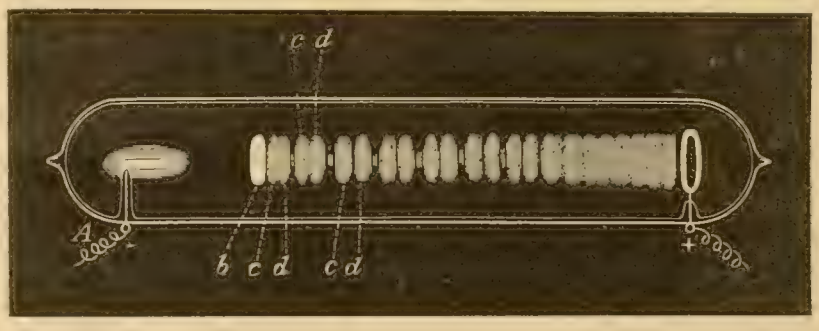


Fig. 2. — *Tube de Crookes montrant l'espace sombre qui entoure le pôle négatif, et la stratification lumineuse de toute une région du tube.*

On s'en est tenu à cette constatation jusqu'au jour où M. Crookes, réussissant à obtenir la raréfaction des gaz à un degré qui confond l'imagination, constata, dans ses tubes, un phénomène absolument inattendu : un grand espace obscur tout autour du pôle D, la *fluorescence* du verre de la région B, et, dans l'espace intermédiaire, des cercles brillants, formant stratification lumineuse. Ces phénomènes, que représente la figure 2, disparaissent dès que la raréfaction du gaz est un peu abaissée; ils ne se produisent pas dans le vide absolu. Il est donc nécessaire, pour qu'ils aient lieu, que le tube renferme un tout petit nombre de molécules de gaz.

Les expériences de M. Crookes à ce sujet l'ont conduit à voir dans le milieu physique constitué par ces rares molécules un état nouveau de la matière, l'*état radiant*, très différent de l'état gazeux ordinaire. Dans les gaz, même sous les faibles pressions obtenues avant lui, le nombre des molécules en mouvement dans tous les sens est si élevé qu'elles ne peuvent parcourir le récipient d'une paroi à l'autre sans s'entre-choquer une multitude de fois; leurs collisions modifient, à chaque instant, leurs directions et maintiennent l'égalité de pression dans toute la masse du gaz. Au contraire, dans le tube de Crookes, renfermant la matière radiante, le *libre parcours* des molécules serait la loi. Ces molécules, rayonnant dans tous les sens, se déplaceraient d'une paroi à l'autre sans se heurter assez souvent pour rétablir, en chaque point, la même pression. Et, lorsque la décharge électrique vient à se produire, du pôle négatif D ou cathode (fig. 1) vers le pôle positif H, cette décharge orienterait les molécules dans sa direction, les projetant comme des balles sur le fond du tube (région B) opposé à la cathode D. Précipitées avec des vitesses prodigieuses, suivant le trajet des rayons émanés de la cathode, elles bombarderaient le verre B, et c'est à la consommation de leur force vive que correspondrait la fluorescence, alors manifeste de la paroi B.

Dans l'espace obscur qui entoure la cathode D prennent donc naissance des rayons d'un ordre très particulier, dirigés vers l'extrémité opposée du tube, et dont la paroi de verre arrête la propagation. On met leur existence en évidence en plaçant sur leur trajet des substances qu'ils rendent fluorescentes. Ce sont ces rayons que, pour rappeler leur origine, on qualifie de *cathodiques*. Ils présentent des propriétés singulières : ils sont déviés par l'aimant (fig. 3, page 51); tout se passe alors comme si les molécules qu'ils projettent étaient électrisées; pour montrer la déviation que le champ magnétique leur imprime, M. Crookes plaçait, dans ses tubes, des moulinets qui restaient au repos ou se mettaient à tourner, suivant que l'aimant éloignait d'eux ou amenait sur leurs palettes, avec les rayons cathodiques, les molécules.

Jusqu'à ces dernières années, ne pouvant étudier ces rayons en dehors des tubes de Crookes, on était tenté de croire qu'ils se propagent uniquement dans le milieu radiant. Or, cette hypothèse est tombée, depuis deux ans, devant une expérience sensationnelle de M. Lénard. Ce savant, élève de Hertz, montra alors que, si l'on ferme la paroi B (fig. 1) au moyen d'une lame d'aluminium

extrêmement mince, mais cependant impérméable aux gaz, les rayons cathodiques la traversent. M. Lénard reçut ces rayons dans le vide et dans l'atmosphère à la pression normale, et constata qu'ils s'y propagent comme dans le tube de Crookes. Si donc les conditions de raréfaction réalisées dans ce tube sont nécessaires pour permettre aux rayons cathodiques de prendre naissance, il faut admettre que le milieu où ils se propagent, n'étant ni la matière radiante, ni la matière ordinaire, n'est autre que l'éther des physiciens.

Dès lors se posèrent une multitude de questions d'un haut intérêt pour la philosophie naturelle. Que sont ces rayons cathodiques, qui appartiennent au monde de la lumière, mais semblent pourtant échapper à plusieurs de ses lois? Quels sont leurs rapports avec les phénomènes connus de l'Electricité et de l'Optique? Une lame de verre les intercepte; ils ne peuvent être ni réfléchis, ni réfractés! Les gaz les plus dilués les diffusent, agissant sur eux à la façon d'un milieu trouble, d'un milieu non homogène [1].

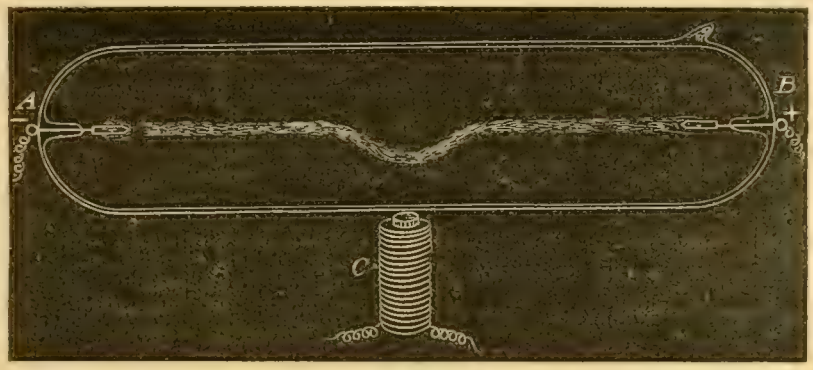


Fig. 3. — *Tube de Crookes dans lequel le faisceau cathodique, qui se propageait rectilignement de A à B, est dévié par l'électro-aimant C.*

C'est là une lumière singulière, sur laquelle devait se porter la curiosité des philosophes.

Mais, ce qui devait aussi attirer sur elle l'attention, c'était la nouvelle orientation que venait d'imprimer à la Physique une éclatante découverte : la démonstration expérimentale des idées de Maxwell.

L'illustre mathématicien anglais, rapprochant les équations de l'Electricité et de l'Optique, avait conçu l'hypothèse que Lumière et Électricité pouvaient être deux faces, deux modalités différentes d'un même phénomène fondamental : il avait calculé que, pour qu'il en fût ainsi, il fallait que la vitesse de propagation de l'*induction magnétique* se confondît avec la vitesse de propagation de la lumière. Celle-ci était connue depuis Rœmer (XVIIe siècle), tandis que la première n'avait jamais pu être convenablement mesurée. Un physicien de génie, le regretté Hertz, guidé par le grand rêve mathématique de Maxwell, eut, en 1889, la gloire de déterminer cette constante [1]. En même temps, il montrait, par des expériences cruciales, que l'électricité se réfléchit et se réfracte comme la lumière, n'en différant que par la longueur, plus grande, de son onde. Alors surgit, en quelque sorte, un monde nouveau, embrassant les domaines, autrefois séparés, de l'Electricité, de la Chaleur et de l'Optique : la vibration se traduit sous forme électrique, calorifique, lumineuse, suivant l'étendue de l'onde qui la propage. Et tous les physiciens, surtout en Allemagne et en Angleterre, Hertz et Lodge en tête, cherchèrent à produire avec l'électricité ce qu'on avait jusqu'à présent obtenu en Optique, à faire, au moyen d'un nouvel ordre de vibrations, la *photographie de l'invisible.*

Telle a été la double origine des expériences, — relatées et commentées ci-après, — qui ont conduit M. Röntgen à découvrir un nouveau genre de rayons. Emis par la région B (fig. 1 du tube de Crookes [2], très différents des rayons cathodiques, insensibles à l'action de l'aimant, passant au travers d'une porte de bois, comme la lumière du Soleil au travers d'une vitre, très actifs sur les sels d'argent, ces extraordinaires rayons réveillent, depuis quelques jours, l'ardeur des physiciens. Au moment où se concentre sur eux l'attention de tous, nous avons cru répondre à la curiosité des lecteurs en demandant aux savants qui les étudient, au plus illustre représentant de la Physique mathématique, à l'auteur même de la découverte, aux éminents expérimentateurs qui s'efforcent de la perfectionner, une série d'articles formant l'exposé complet de nos connaissances sur le sujet. (NOTE DE LA DIRECTION).

[1] Sur toutes ces questions, voyez l'article, déjà cité, de M. Lucien Poincaré.

[1] A ce sujet, voyez notamment dans la *Revue*, les articles de MM. Brillouin, Guillaume, Blondlot, etc., etc.

[2] On verra plus loin la discussion relative à l'origine des rayons de Röntgen, origine qu'on est, en général, porté à chercher dans le verre rendu fluorescent par les rayons cathodiques. A cette occasion, il semble intéressant de faire remarquer que M. Goldstein a montré, il y a plus de dix ans, dans le Bulletin de l'*Académie Royale de Berlin*, que la lumière cathodique n'est pas une radiation homogène, mais qu'aux rayons de la cathode déviables par l'aimant, sont mélangés une « nouvelle espèce » de rayons dont la propagation est également rectiligne, mais que les champs magnétiques ne dévient pas.

LES RAYONS CATHODIQUES

537.53
770

ET LES RAYONS RÖNTGEN

I. — Expériences de Röntgen.

N'étant ni physicien, ni médecin, c'est grâce au hasard que j'ai été chargé de présenter à l'Académie des Sciences la communication de MM. les docteurs Oudin et Barthélemy. J'ai donc peu de chose à ajouter à ce que tout le monde sait.

Les lecteurs de la *Revue* sont déjà au courant des propriétés principales des rayons cathodiques par deux études de M. W. Crookes qui ont paru dans le tome II et par un article de M. Lucien Poincaré (t. V, p. 701) qui résumait les découvertes plus récentes de Hertz et de Lenard. Ils savent donc qu'un tube de Crookes où le vide est assez parfait devient fluorescent, quand il est le siège d'une décharge électrique et que cette fluorescence est attribuée à des radiations spéciales émanées de la *cathode* ou électrode négative.

Fig. 1. — *Fil de fer enroulé, photographié à travers une épaisse planche de bois.*

Le Professeur Röntgen, ayant enveloppé d'un carton noir un tube de Crookes où se produisaient des rayons cathodiques, plaça ce tube dans une pièce obscure et en approcha un écran en papier recouvert de platinocyanure de baryum. Cet écran devint fluorescent, malgré l'interposition du carton noir, et cette fluorescence persistait à une distance de deux mètres.

Il aperçut immédiatement la portée extraordinaire de cette découverte; il fallait admettre, en effet, l'existence d'un agent nouveau, susceptible de traverser un carton noir assez épais, différent par conséquent de la lumière visible ou ultraviolette, mais produisant comme elle la fluorescence.

M. Röntgen ne tarda pas à découvrir que les radiations nouvelles impressionnent la plaque photographique, soit qu'elles aient une action chimique directe, soit que, sous leur influence, la matière de la plaque elle-même devienne fluorescente. Bien que ces radiations n'aient aucune action sur la rétine, il y a donc deux moyens d'en constater la présence et, par conséquent, de les étudier. Elles peuvent nous être révélées, soit par la photographie, soit par la fluorescence qu'elles communiquent à certains corps.

Mais la propriété la plus curieuse de ces rayons, que le savant professeur de Würzbourg appelle les rayons X, c'est la facilité avec laquelle ils traversent les corps opaques.

Un livre de mille pages, une planche de deux ou trois centimètres d'épaisseur, les laissent passer assez facilement. Les métaux sont moins transparents, surtout les métaux lourds comme le plomb et le platine.

En général, on peut dire que l'opacité d'un corps

croît avec sa densité, mais notablement plus vite que cette densité.

On conçoit alors qu'un objet métallique, par exemple, enfermé dans une boîte en bois, puisse être reproduit par la photographie. La boîte, en effet, est transparente, tandis que l'objet est opaque; tout se passera donc comme si cet objet était placé dans une boîte en verre, et si, éclairé par une source de lumière ordinaire, il projetait son ombre sur une plaque photographique. Cette ombre viendrait évidemment en noir sur le positif. Un des résultats les plus surprenants obtenus dans cette voie est la photographie parfaitement nette (fig. 2) d'une aiguille aimantée, enfermée dans une boîte métallique (probablement en aluminium?)

Les chairs sont transparentes; les os relativement opaques; aussi, dans la photographie d'une main, les os apparaîtront comme une ombre assez forte, tandis que les chairs ne donneront qu'une pénombre très légère; une bague donnera une image d'un noir intense (fig. 3).

Fig. 2. — *Cadran d'une boussole photographié à travers la boîte qui la contenait.*

La photographie d'une plaque de zinc laminé (p. 63) montre l'hétérogénéité du métal. M. Röntgen a bien voulu me faire l'honneur de m'envoyer un certain nombre de photographies dont quelques-unes sont reproduites ici (fig. 1 et 2).

Ces expériences excitèrent à un haut degré la curiosité du monde savant et furent aussitôt reproduites un peu partout. A Paris elles le furent d'abord par MM. les docteurs Oudin et Barthélemy et, d'autre part, par M. Séguy.

MM. Oudin et Barthélemy ont opéré avec un tube de Crookes fourni par M. Séguy. Ce tube avait la forme d'une sphère de 7 centimètres de diamètre environ. La cathode se réduisait à un simple fil dont l'extrémité envoyait des radiations dans tous les sens, de sorte que toute la surface du verre était illuminée d'une lueur fluorescente causée par les rayons cathodiques.

On enveloppa ensuite une plaque Lumière bleue dans plusieurs doubles de papier noir; on la plaça à 10 centimètres environ du tube, et on posa la main dessus, la durée de pose fut de 20 minutes. L'image du squelette, reproduite dans la fig. 3, est d'une netteté parfaite.

On peut donc espérer qu'on réussira à photographier à travers toute l'épaisseur du corps. On pouvait craindre que les rayons Röntgen ne fussent non seulement absorbés, mais diffusés dans les milieux relativement opaques. C'eût été un obstacle qui eût empêché de traverser les corps un peu épais. Cette diffusion ne paraît pas exister d'une façon notable. On n'a donc à vaincre que l'absorption, ce qui n'est qu'une affaire d'intensité et de durée de pose.

On conçoit, sans qu'il soit nécessaire d'insister, l'importance de ces résultats au point de vue chirurgical. Des expériences systématiques vont être entreprises dans quelques jours à l'hôpital Trousseau, sous la direction de M. le Professeur Lannelongue (1).

(1) Dans le service de M. Lannelongue ont déjà été obtenues d'importantes épreuves (fig. 4 et 5). (*N. de la Dir.*)

II. — Propriétés des rayons X.

Quelle est la nature de ces phénomènes merveilleux et mystérieux?

1° *Ce sont des rayons*, comme le démontrent les ombres portées par les corps relativement opaques, et dont les contours sont suffisamment nets pour permettre la reproduction photographique. Leur propagation est donc rectiligne.

2° *Ce ne sont pas des rayons lumineux*, dus à des vibrations transversales de l'éther. On sait que ces vibrations peuvent donner lieu, selon leur durée, aux manifestations les plus diverses. On trouve successivement, en parcourant toute l'échelle, depuis les plus grandes longueurs d'onde jusqu'aux plus petites, les rayons hertziens, les rayons infrarouges ou calorifiques, les rayons visibles, les rayons ultra-violets ou chimiques. Malgré la diversité de ces effets, on sait qu'il n'y a entre eux qu'une différence quantitative; il n'y a, en réalité, pas plus de différence entre les rayons hertziens et les rayons visibles, qu'entre la lumière rouge et la lumière verte.

Fig. 3. — *Squelette d'une main photographié à travers les tissus.*— La main portait une bague qui a, comme les tissus osseux, intercepté les rayons.

Dès lors, semble-t-il, qui empêche, pour expli-

quer un ordre nouveau de manifestation, d'ajouter un échelon de plus à cette échelle? Ne voit-on pas certains rayons ultra-violets traverser l'argent, qui est opaque pour les radiations ordinaires? N'a-t-on pas même réalisé de la sorte, il y a quelques années, ce qu'on a déjà appelé la photographie de l'invisible?

Cette hypothèse paraît devoir être rejetée. En effet, *les rayons Röntgen ne se réfractent pas;* ils ne se réfléchissent pas non plus, du moins régulièrement. C'est là leur propriété la plus extraordinaire, qui les distingue absolument des ondulations transversales; ces dernières, en effet, depuis les ondes hertziennes jusqu'aux ondes ultra-violettes sont réfrangibles, et leur réfrangibilité va *en croissant* d'une façon régulière quand la longueur d'onde diminue.

Fig. 4. — *Fémur atteint d'ostéomyélite photographié au travers des tissus de la cuisse.* Service du professeur Lannelongue à l'hôpital Trousseau. — Les régions où le tissu osseux est demeuré intact ont arrêté les rayons: ceux-ci ont, au contraire, traversé la partie où le tissu osseux a été détruit. Cette épreuve montre que la destruction de la matière osseuse se fait du centre à la périphérie.

3° *Ce ne sont pas non plus des rayons cathodiques.* On sait, il est vrai, depuis Lenard, que les rayons cathodiques, produits dans le vide de Crookes, peuvent traverser une petite plaque d'aluminium, sortir du tube, et se propager ensuite soit dans

l'atmosphère ordinaire, soit même dans le vide absolu.

Mais dans l'atmosphère ordinaire ils subissent une diffusion considérable et ne peuvent se propager qu'à quelques centimètres.

Les rayons X, au contraire, vont sans dévier jusqu'à deux mètres de distance. D'autre part, les rayons cathodiques ordinaires seraient incapables de traverser la plupart des corps opaques, même sous une faible épaisseur.

Voilà donc deux différences entre les rayons cathodiques et les rayons Röntgen. Mais il y en a une autre, beaucoup plus importante encore : *les rayons Röntgen ne sont pas déviés par l'aimant.*

4° M. Rontgen a été ainsi amené à se demander si ces phénomènes ne sont pas dus aux *vibrations longitudinales de l'éther.* Il n'a pu qu'émettre une hypothèse ; il était hors d'état de la vérifier. Les expériences d'interférence, qui seules pourraient nous renseigner, sont, en effet, presque impossibles avec des rayons qui poursuivent leur chemin rectiligne, sans que rien puisse les en faire dévier, ni la réfraction, ni l'aimant.

Quoi qu'il en soit, on est bien en présence d'un agent nouveau, aussi nouveau que l'était l'électricité du temps de Gilbert, le galvanisme du temps de Volta. Toutes les fois qu'une semblable révélation vient nous surprendre, elle réveille en nous le sentiment du mystère dont nous sommes environnés, sensation troublante qui s'était dissipée à mesure que s'émoussait l'admiration pour les merveilles d'autrefois.

Il est à peine besoin de réfuter une foule de théories fantaisistes que la presse quotidienne a reproduites, peut-être en les dénaturant. On a dit, par exemple, que les rayons X n'étaient que les lignes de force magnétique ; il serait étrange, alors, que ces lignes de force ne soient pas déviées par l'aimant.

III. — Origine des rayons X.

En revanche, ce que M. Röntgen a pu déterminer, c'est le centre d'émission des rayons X. On pouvait, en effet, faire plusieurs hypothèses.

On pouvait supposer que la cathode émet, outre les rayons cathodiques ordinaires, d'autres radiations qui, jouissant de propriétés différentes, traverseraient le verre du tube et se propageraient ensuite dans l'atmosphère.

Ce n'est pas ainsi que les choses se passent ; le rayon cathodique ordinaire, émané de la cathode, vient frapper la paroi du tube, qui devient fluorescente. Cette paroi devient alors, à son tour, un centre de radiation ; elle émet d'abord des ondulations transversales, qui sont cette lueur jaune verdâtre perçue par notre œil ; mais elle émet, en outre, des radiations d'une autre nature, qui sont les rayons Röntgen.

L'étude des ombres portées le prouve ; d'ailleurs, si l'on approche un aimant, non du trajet du rayon X, mais du tube de Crookes, on déforme les images photographiques.

Les rayons Röntgen, en effet, ne sont pas déviés, mais les rayons cathodiques le sont ; comme le centre d'émission des rayons X est le point où finissent les rayons cathodiques, l'aimant peut déplacer le centre à partir duquel ils se propagent toujours en ligne droite et par conséquent déplacer les images.

Ainsi, c'est le verre qui émet les rayons Röntgen, et il les émet en devenant fluorescent. Ne peut-on alors se demander si tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons X de Röntgen, *quelle que soit la cause de leur fluorescence?* Les phénomènes ne seraient plus alors liés à une cause électrique. Cela n'est pas très probable, mais cela est possible, et sans doute assez facile à vérifier.

IV. — Interférences des rayons cathodiques.

Si les rayons nouveaux sont mystérieux, les rayons cathodiques ne cessent pas pour cela de l'être. Plusieurs théories ont été proposées, et je ne m'écarterai pas de mon sujet en en parlant, puisqu'il y a probablement un lien intime entre ces deux sortes de radiations et que ces deux mystères finiront sans doute par s'éclairer mutuellement.

Je voudrais profiter de l'occasion pour en dire quelque mots, et je désirerais surtout attirer l'attention sur une doctrine que j'ai combattue dans ses détails, mais qui n'en contient pas moins, très vraisemblablement, une part de vérité.

Nous voyons, pour ainsi dire, se continuer aujourd'hui, autour des rayons cathodiques ce même combat qui se livrait sous la Restauration autour des rayons lumineux. Il y a des partisans de l'émission ; les ondulations longitudinales et les ondulations transversales ont aussi leurs défenseurs.

Les idées de W. Crookes sur la matière radiante et le bombardement moléculaire, qui rappellent la doctrine newtonienne de l'émission, ne sont pas encore aujourd'hui abandonnées par tout le monde, malgré les expériences de Lenard.

Wiedemann et Lenard voient, dans les rayons cathodiques, des ondulations transversales de très courte période. Pour Wiedemann, ce seraient des rayons ultra-violets très absorbables ; pour Lenard, l'onde serait plus courte encore et sa longueur serait comparable aux distances intermoléculaires.

M. Jaumann attribue, au contraire, ces phéno-

mènes à des vibrations longitudinales. Il appuie sa manière de voir sur deux ordres de preuves expérimentales et d'abord sur des apparences qu'il considère comme dues à des interférences.

Fig. 5. — *Main dont un doigt (médium) est atteint d'ostéite tuberculeuse.* — L'os de la première phalange du médium, étant gonflé, a intercepté les rayons sur une plus grande largeur que ne l'eût fait l'os normal. (Service du Professeur Lannelongue à l'hôpital Trousseau).

Ces interférences se produisent dans la lueur bleue qui entoure la cathode; si l'on prend deux cathodes formées de deux plans métalliques parallèles distants de 1 centimètre, on voit entre les deux plans et à égale distance se former une couche bleue plus lumineuse que le reste de l'intervalle compris entre les deux cathodes. Cette couche est plane, mince et nettement délimitée. M. Jaumann l'appelle un « plan d'interférence », parce qu'il l'attribue à l'interférence des rayons émanés des deux cathodes.

Mais, pour que cette apparence se produise, il faut que les deux cathodes soient réunies au pôle négatif de la bobine par deux fils d'*égale longueur*. Si les deux fils sont inégaux, non seulement la couche d'interférence se déplace, mais elle s'*élargit*, de sorte qu'elle finit par remplir tout l'espace compris entre les deux cathodes.

Cet élargissement correspond, d'après M. Jaumann, à un *spectre* de surfaces d'interférence qui appartiendraient à des rayons cathodiques de périodes différentes.

L'expérience peut être variée de bien des manières. C'est ainsi qu'avec deux cathodes, l'une plane, l'autre réduite à un fil parallèle au plan de la première, l'habile physicien a obtenu une surface d'interférence parabolique.

Il semble qu'il y ait là le germe d'une méthode expérimentale qui nous donnera un jour la clef du problème; mais l'assimilation avec les interférences, du moins telles que nous les connaissons, ne peut être admise qu'avec quelques réserves.

Dans les interférences ordinaires l'intensité varie avec la différence de marche, et la courbe qui représente cette variation est une sinusoïde. Il semble que la lueur de Jaumann devrait varier suivant une loi analogue. Il n'en est rien; si la période était courte, on verrait dans l'intervalle des cathodes plusieurs maxima; si elle est longue, comme l'auteur le suppose, on devrait voir non pas un maximum tranché, mais une plage lumineuse lentement dégradée sur les bords. *Il semble que le phénomène ne puisse se produire que si la différence de marche est presque rigoureusememt nulle.*

Dès qu'il y a une dissymétrie quelconque, la couche d'interférence s'élargit, ce qui serait dû, d'après M. Jaumann, à ce que les radiations de période différente n'interféreraient plus à la même place.

Si la différence de marche devait être égale non à zéro, mais à un multiple de la longueur d'onde, les choses se passeraient ainsi, en effet. Mais la condition de l'interférence paraît être que cette différence soit nulle; donc, pour que deux radiations n'aient pas le même plan d'interférence, il ne suffit pas qu'elles n'aient pas la même période, *il faut que leur vitesse de propagation soit différente.*

J'ajoute que dans la couche d'interférence les rayons ne sont ni détruits ni renforcés; ils semblent être simplement *déviés.* « Les rayons cathodiques se propagent dans ce plan d'interférence parallèlement aux cathodes ».

V. — Influence sur la décharge.

La seconde série de preuves expérimentales est empruntée à l'action des radiations sur l'étincelle électrique ; d'après M. Jaumann, une vibration ne facilite l'explosion de cette étincelle que si elle est normale à l'électrode.

La vérification a été faite pour les rayons hertziens.

On l'a faite aussi, avec un succès relatif, pour la lumière. On sait que les rayons ultra-violets provoquent les étincelles. Il paraissait naturel de chercher quelle est leur action quand ils sont polarisés. Mais il était difficile d'obtenir des rayons ultra-violets parallèles, polarisés et suffisamment intenses.

Heureusement MM. Elster et Geitel ont reconnu que la lumière visible agit sur les électrodes formées d'un métal alcalin, comme la lumière ultra-violette sur les électrodes ordinaires. La vérification de la loi de Jaumann, qui s'est faite dans un gaz raréfié, n'est que grossièrement approximative. Pour expliquer cette divergence, M. Jaumann suppose que, dans les gaz raréfiés, la lumière ordinaire elle-même serait accompagnée d'une composante longitudinale (?).

La même méthode, appliquée aux rayons cathodiques, montre que leurs vibrations sont longitudinales.

Il serait intéressant de faire tomber sur une même électrode, deux rayons cathodiques à angle droit; on verrait s'il y a un maximum d'effet quand la normale à l'électrode est dirigée suivant la bissectrice des deux rayons; ou s'il n'y a pas de maximum; ou encore s'il y a deux maxima correspondant à la direction des deux rayons.

VI. — Théorie de Jaumann.

M. Jaumann cherche ensuite à rendre compte de la possibilité théorique des vibrations longitudinales, et c'est sur cette partie de son travail qu'ont porté mes critiques.

D'après lui, le pouvoir diélectrique des corps serait variable, et ces variations seraient notables dans les gaz raréfiés; elles seraient proportionnelles à la charge électrique.

Introduisant ces hypothèses dans les équations de Maxwell, l'auteur examine le cas où l'on a un champ électrique *constant* intense, superposé à des oscillations électromagnétiques très faibles, mais de période très courte. Il arrive ainsi à certaines équations que je ne transcrirai pas.

Ces équations, qui sont la conséquence nécessaire des hypothèses citées plus haut, montrent, en effet, qu'il doit exister des rayons longitudinaux qui jouiraient de quelques-unes des propriétés des rayons cathodiques.

Mais, en poussant le calcul jusqu'au bout, j'ai vu que ces rayons devraient suivre les lignes de force électrique du champ constant. Ils ne seraient donc pas rectilignes en général; ils iraient de la cathode à l'anode; ils ne seraient pas déviés par l'aimant.

Si donc j'ai été séduit au premier abord par les vues ingénieuses de M. Jaumann, si, malgré cette critique, je n'en persiste pas moins à penser que ce savant est sur la voie qui le mènera à la vérité ;

je crois néanmoins qu'il devra modifier ses hypothèses, au moins dans le détail.

VII. — Conditions des expériences de Röntgen.

Revenons aux expériences photographiques de M. Röntgen. La technique, comme nous l'avons vu, est très simple; la seule difficulté est de se procurer un tube de Crookes qui conserve ses propriétés assez longtemps; on en rencontrera avec un peu de chance. La plupart perdent rapidement leurs qualités, à cause des gaz dégagés par les électrodes; il faut, si l'on veut s'en servir, avoir une trompe à mercure pour maintenir le vide de Crookes.

Les rayons X ne se réfractant pas, on ne peut donc les concentrer à l'aide d'un objectif; les images que l'on photographie ne sont donc pas comparables aux images formées au foyer d'une lentille. Ce sont des ombres portées, des silhouettes.

D'autre part, la source lumineuse, je l'ai dit, n'est pas la cathode, c'est toute la surface fluorescente du verre; dans les expériences de MM. Oudin et Barthélemy par exemple, la source était comparable à une sphère lumineuse de 7 centimètres de diamètre. Un petit objet sphérique projette donc derrière lui un cône d'ombre assez court, entouré d'une pénombre.

Cela n'est pas sans inconvénient pour la netteté des images. Il conviendrait donc de donner à la cathode la forme d'un miroir sphérique concave, dont le centre serait voisin de la paroi pas sur la paroi même, il pourrait en résulter du dégât). La partie la plus intense de la source serait ainsi d'étendue restreinte.

Si l'objet à photographier est plus grand que la source, on pourra le rapprocher de la source, et éloigner la plaque photographique; l'objet sera agrandi, mais les détails ne viendront pas.

Si l'objet est petit, il faudra le mettre le plus près possible de la plaque sensible, et pas trop près de la source.

Les premiers clichés de MM. Oudin et Barthélemy étaient moins nets que les derniers, parce qu'on avait placé la plaque trop près du tube de Crookes.

H. Poincaré,
de l'Académie des Sciences,
Professeur de Physique mathématique à la Sorbonne.

537,53 / 770

UNE NOUVELLE ESPÈCE DE RAYONS

1. La décharge d'une grosse bobine d'induction traverse un tube à vide de Hittorf, ou un tube de Lenard ou de Crookes dont le vide a été poussé très loin. Le tube est entouré d'un écran de papier noir qui s'y adapte exactement; on peut alors constater, dans une salle où l'obscurité est complète, qu'un papier dont une face est recouverte de platino-cyanure de baryum, présente une fluorescence brillante quand on l'amène au voisinage du tube, quelle que soit la face du papier qui regarde le tube. La fluorescence est encore visible à deux mètres de distance.

Il est facile de montrer que la cause de la fluorescence réside dans le tube à vide.

2. On voit donc qu'il existe un agent capable de pénétrer une plaque de carton noir, absolument opaque pour les rayons ultra-violets, pour la lumière de l'arc ou celle du Soleil. Il est intéressant de rechercher si d'autres corps se laissent pénétrer par le même agent. On montre facilement que tous les corps présentent la même propriété, mais à des degrés très différents. Par exemple, le papier est très transparent; l'écran fluorescent s'illumine quand on le place derrière un livre de mille pages; l'encre d'imprimerie n'offre pas de résistance sensible. De même la fluorescence se manifeste derrière deux jeux de cartes; une carte unique ne diminue pas visiblement l'éclat de la lumière. De même aussi, une seule épaisseur de papier d'étain projette à peine une ombre sur l'écran; il faut en superposer plusieurs pour produire un effet notable. Des blocs de bois épais sont encore transparents. Des planches de pin de deux ou trois centimètres d'épaisseur absorbent très peu.

Un morceau d'une feuille d'aluminium, de 15 millimètres d'épaisseur, laisse encore passer les rayons X (c'est ainsi que j'appellerai ces rayons pour abréger), mais diminue beaucoup la fluorescence. Des plaques de verre de même épaisseur se comportent de la même manière; toutefois le cristal est beaucoup plus opaque que les verres exempts de plomb. L'ébonite est transparente sous une épaisseur de plusieurs centimètres. Si l'on tient la main devant l'écran fluorescent, les os projettent une ombre foncée et les tissus qui les entourent ne se dessinent que très légèrement (fig. 3, page 54, et 1 et 2, pages 60 et 61).

L'eau et plusieurs liquides sont très transparents. L'hydrogène n'est pas notablement plus perméable que l'air. Des plaques de cuivre, d'argent, de plomb, d'or et de platine laissent aussi passer les rayons, mais seulement quand le métal est en lame mince. Une épaisseur de platine de 2 millimètres laisse encore passer quelques rayons; l'argent et le cuivre sont plus transparents. Le plomb, sous une épaisseur de 1 mil. 05,

est pratiquement opaque. Une tige de bois carrée de 2 centimètres de côté, peinte au blanc de plomb sur une de ses faces, ne projette qu'une ombre légère quand on la tourne de façon que les rayons X soient parallèles à la face peinte, mais l'ombre est noire quand les rayons doivent traverser cette face. Les sels métalliques, solides ou en dissolution, se comportent généralement comme les métaux eux-mêmes.

3. Les expériences précédentes amènent à conclure que la densité des corps est la propriété dont la variation affecte spécialement leur perméabilité. Au moins aucune autre propriété ne semble avoir une influence aussi directe. Cependant la densité seule ne détermine pas la transparence; on le prouve en employant comme écrans des lames également épaisses de spath d'Islande, de verre, d'aluminium et de quartz. Le spath d'Islande se montre beaucoup plus transparent que les autres corps, bien qu'il ait approximativement la même densité. Je n'ai pas remarqué que le spath d'Islande présentât une fluorescence considérable relativement à celle du verre (voir plus bas, § 6).

Fig. 1. — *Poisson traversé par les rayons de Röntgen.* — (Dessin fait d'après une photographie de M. Jean Perrin, à l'Ecole Normale).

4. En augmentant l'épaisseur, on augmente la résistance offerte aux rayons par tous les corps. On a pris sur une plaque photographique une épreuve de plusieurs feuilles de papier d'étain, superposées comme les marches d'un escalier et présentant ainsi une variation d'épaisseur régulière. Cette épreuve sera soumise à des mesures photométriques quand on pourra disposer d'un appareil convenable.

5. Des pièces de platine, de plomb, de zinc et d'aluminium en feuilles ont été préparées de façon à obtenir le même affaiblissement de l'effet. Le tableau ci-joint donne les épaisseurs relatives et les densités de feuilles de métal équivalentes :

	Épaisseur	Épaiss. relat.	Densité
Platine	0,018mm	1	21,5
Plomb.....	0,050mm	3	11,3
Zinc.....	0,100mm	6	7,1
Aluminium	3,500mm	200	2,6

Il résulte de ces valeurs que la transparence n'est pas donnée par le produit de la densité par l'épaisseur d'un corps. La transparence augmente beaucoup plus rapidement que le produit ne décroît.

6. La fluorescence du platinocyanure de baryum n'est pas la seule action des rayons X qu'on puisse observer. Il est à remarquer que d'autres corps présentent la fluorescence, parmi lesquels le sulfure de calcium, le verre d'urane, le spath d'Islande, le sel gemme, etc.

Dans cet ordre d'idées, un fait particulièrement intéressant est la sensibilité des plaques photographiques sèches pour les rayons X. On peut ainsi mettre en évidence les phénomènes, en excluant tout danger d'erreur. J'ai confirmé de la sorte beaucoup d'observations faites d'abord en regardant l'écran fluorescent. C'est ici que la propriété que présentent les rayons X de passer à travers le bois ou le carton devient utile. La plaque photographique peut être exposée à leur action sans qu'on ait à enlever le volet du châssis, ni aucune boîte protectrice, de sorte que l'opération n'a pas besoin d'être conduite dans l'obscurité. Il est clair que les plaques qui ne sont pas en expérience ne doivent pas être laissées dans leur boîte au voisinage du tube.

Il resterait à savoir si l'impression sur la plaque est un effet direct des rayons X, ou un résultat secondaire dû à la fluorescence de la matière de la plaque. Des pellicules peuvent être impression-

nées aussi bien que les plaques sèches ordinaires.

Je n'ai pas réussi à mettre en évidence aucun effet calorifique des rayons X. On peut cependant supposer qu'un tel effet existe; les phénomènes de fluorescence montrent que les rayons X sont capables de se transformer. Il est donc certain que tous les rayons X qui tombent sur un corps ne le quittent pas dans le même état.

La rétine de l'œil est absolument insensible à ces rayons; l'œil placé tout près de l'appareil ne voit rien. Il résulte clairement des expériences que celà n'est pas dû à un défaut de perméabilité de la part des milieux de l'œil.

7. Après mes expériences sur la transparence d'épaisseurs croissantes de milieux différents, j'ai cherché à voir si les rayons X pouvaient être déviés par un prisme. Des expériences faites avec de l'eau et du sulfure de carbone, contenus dans des prismes de mica de 30°, n'ont fait voir aucune déviation soit sur la plaque photographique, soit sur l'écran phosphorescent. Comme terme de comparaison, on a fait tomber des rayons de lumière sur les prismes disposés pour l'expérience. Les déviations ont atteint respectivement 10^{mm} et 20^{mm} avec les deux prismes.

Fig. 2. — *Grenouille traversée par les rayons de Röntgen.* — (Dessin fait d'après une photographie de M. Jean Perrin, à l'École Normale).

Avec des prismes d'ébonite et d'aluminium, on a obtenu, sur la plaque photographique, des images qui font soupçonner une déviation. Elle est toutefois incertaine et correspondrait à un indice au plus égal à 1,05. On n'a pu observer aucune déviation avec l'écran fluorescent. Des expériences sur les métaux lourds n'ont jusqu'ici conduit à aucun résultat, à cause de leur transparence et de l'affaiblissement qui en résulte pour les rayons transmis.

La question est assez importante pour qu'il y ait lieu de rechercher par d'autres moyens si les rayons X peuvent se réfracter. Des corps réduits en poudre fine ne permettent, sous une petite épaisseur, que le passage d'une faible partie de la lumière incidente, par suite de la réflexion et de la réfraction. Dans le cas des rayons X, au contraire, ces couches de poudre présentent, pour une même masse d'un corps, la même transparence que le solide lui-même. Nous ne pouvons donc conclure à l'existence d'aucune réflexion, ni d'aucune réfraction des rayons X. L'expérience a été exécutée sur du sel gemme finement pulvérisé, de l'argent électrolytique en poudre fine et de la poussière de zinc ayant déjà servi plusieurs fois à des opérations chimiques. Dans tous ces cas, les résultats donnés, soit par l'écran fluorescent, soit par la méthode photographique, n'ont indiqué aucune différence de transparence entre la poudre et le solide cohérent.

Il est clair alors qu'on ne peut pas compter sur les lentilles pour concentrer les rayons X; effectivement, des lentilles d'ébonite et de verre de grande dimension se sont montrées également sans action. L'ombre photographique d'une tige ronde est plus foncée au centre qu'au bord; l'image d'un cylindre rempli d'un corps plus transparent que les parois, présente plus d'éclat au centre que sur les bords.

8. Les expériences précédentes et d'autres que je passe sous silence, indiquent que les rayons ne peuvent pas se réfléchir. Il sera néanmoins utile de rapporter avec détails une observation qui, à première vue, semblait conduire à une conclusion opposée.

J'ai exposé une plaque, protégée par une feuille de papier noir, aux rayons X, de façon que la face

libre regardât le tube à vide. La couche sensible était recouverte partiellement de pièces de platine, de plomb, de zinc et d'aluminium, en forme d'étoiles. Le négatif développé montra que la plaque avait été fortement impressionnée devant le platine, le plomb et plus encore devant le zinc; l'aluminium ne donnait pas d'image. Il semble donc que ces trois métaux puissent réfléchir les rayons X; toutefois, une autre explication est possible et j'ai répété l'expérience avec cette seule différence que j'interposais une lame d'aluminium extrêmement mince entre la couche sensible et les étoiles de métal. Cette plaque d'aluminium est opaque pour les rayons ultraviolets, mais transparente pour les rayons X. Sur l'épreuve, les images apparurent comme précédemment, indiquant encore l'existence d'une réflexion sur les surfaces métalliques.

Si l'on rapproche ce résultat de la transparence des poudres et du fait que l'état de la surface n'exerce aucune action sur le passage des rayons X à travers les corps, on est conduit à conclure avec vraisemblance que la réflexion régulière n'existe pas, mais que les corps jouent, vis-à-vis des rayons X, le même rôle que les milieux troubles vis-à-vis de la lumière.

Puisqu'on n'observe aucune trace de réfraction à la surface de séparation de deux milieux, il semble probable que les rayons X se meuvent avec la même vitesse à travers toutes les substances, dans un milieu qui pénètre tous les corps et qui baigne les molécules de ces corps. Les molécules arrêtent les rayons X avec d'autant plus de force que la densité du corps considéré est plus grande.

9. Il a semblé possible que la disposition géométrique des molécules modifiât l'action qu'exerce un corps sur les rayons X, de sorte que, par exemple, le spath d'Islande pourrait présenter des phénomènes différents, suivant l'orientation de la lame par rapport à l'axe du cristal. Des expériences faites sur le quartz et le spath d'Islande n'ont donné aucun résultat.

10. On sait que Lenard, dans ses recherches sur les rayons cathodiques, a montré que ce sont des modifications de l'éther et qu'ils traversent tous les corps. Il en est de même pour les rayons X.

Dans son dernier travail, Lenard a déterminé les coefficients d'absorption de divers corps pour les rayons cathodiques, y compris l'air, à la pression atmosphérique, qui donne 4,10, 3,40 et 3,10 pour 1 centimètre suivant le degré de raréfaction du gaz dans le tube à décharges. J'ai opéré à la même pression et, aussi, par occasion, à des pressions plus fortes et plus faibles. J'ai trouvé, en employant un photomètre de Weber, que l'intensité de la lumière fluorescente varie à peu près comme l'inverse du carré de la distance qui sépare l'écran du tube à décharges. Cette loi résulte de trois séries d'observations très concordantes faites à 100 et 200 ^{mm}. L'air absorbe donc les rayons X beaucoup moins que les rayons de cathode. Ce résultat est en accord complet avec le résultat, déjà indiqué plus haut, que la fluorescence de l'écran peut s'observer encore à une distance de deux mètres du tube à vide. En général, les autres corps se comportent comme l'air : ils sont plus transparents pour les rayons X que pour les rayons de cathode.

11. Une nouvelle distinction, et qui doit être notée, résulte de l'action d'un aimant. Je n'ai pas réussi à observer la moindre déviation des rayons X même dans des champs magnétiques très intenses.

La déviation des rayons cathodiques par l'aimant est une de leurs caractéristiques spéciales; Hertz et Lenard ont observé qu'il existe plusieurs espèces de rayons cathodiques, qui diffèrent par leur propriété d'exciter la phosphorescence, la facilité d'absorption et leur degré de déviation par l'aimant; mais on a observé une déviation notable dans tous les cas étudiés et je pense que cette déviation constitue un caractère qu'on ne peut pas négliger facilement.

12. Il résulte d'un grand nombre d'essais que les points du tube à décharges où apparaît la phosphorescence la plus brillante, sont le siège principal d'où les rayons X naissent et se propagent dans toutes les directions, c'est-à-dire que les rayons X partent de la région où les rayons de cathode frappent le verre. Que l'on déplace les rayons de cathode dans le tube à l'aide d'un aimant et l'on verra les rayons X partir d'un nouveau point, c'est-à-dire encore de l'extrémité des rayons de cathode.

Pour cette raison également les rayons X, qui ne sont pas déviés par un aimant, ne peuvent pas être considérés comme des rayons de cathode qui auraient traversé le verre, car ce passage ne peut pas, d'après Lenard, être la cause de la différence de déviation des rayons. J'en conclus que les rayons X ne sont pas identiques aux rayons de cathode, mais sont produits par les rayons de cathode à la surface du tube.

13. Les rayons ne se produisent pas seulement dans le verre. Je les ai obtenus dans un appareil fermé par une lame d'aluminium de 2 ^{mm} d'épaisseur. Je me propose, par la suite, d'étudier le rôle d'autres substances.

14. L'appellation de « rayons » donnée au phénomène, se justifie en partie par les silhouettes régulières qu'on obtient en interposant un corps plus ou moins perméable entre la source et une plaque photographique ou un écran fluorescent.

J'ai observé et photographié un grand nombre

de ces silhouettes. J'ai aussi le dessin d'une partie d'une porte peinte au blanc de plomb; j'ai obtenu l'image en plaçant le tube à décharges d'un côté de la porte et la plaque sensible de l'autre. J'ai aussi l'ombre des os de la main (page 54), d'un fil enroulé sur une bobine (page 52), d'une série de poids dans une boîte, d'un cadran de boussole, avec l'aiguille, le tout complètement enfermé dans une boîte de métal (page 53), d'un morceau de métal, (fig. 3) dont les rayons X décèlent les défauts d'homogénéité et de plusieurs autres objets.

Pour la propagation rectiligne des rayons, j'ai une photographie, à la chambre obscure, de l'appareil de décharge, recouvert de papier noir; elle est pâle, mais très nette cependant.

Fig. 3. — *Lame de métal luminée, traversée par les rayons de Röntgen.* — (Photographie de M. Röntgen).

15. J'ai cherché à produire l'interférence des rayons X, mais sans résultat, peut-être à cause de leur faible intensité.

16. Des recherches sur l'action que peuvent exercer des forces électrostatiques sur les rayons X sont en cours, mais non encore achevées.

17. On demandera : Que sont donc ces rayons? Puisque ce ne sont pas des rayons cathodiques, on pourrait supposer, d'après leur faculté de produire la fluorescence et l'action chimique, qu'ils sont dus à la lumière ultra-violette. Un ensemble imposant de preuves est en contradiction avec cette hypothèse. Si les rayons X sont en réalité de la lumière ultra-violette, cette lumière doit posséder les propriétés suivantes :

a) Elle ne se réfracte pas en passant de l'air dans l'eau, dans le sulfure de carbone, l'aluminium, le sel gemme, le verre ou le zinc.

b) Elle ne peut se réfléchir régulièrement à la surface des corps cités.

c) Elle n'est polarisée par aucun des milieux polarisants ordinaires.

d) L'absorption par les différents corps doit dépendre surtout de leur densité.

Ce qui revient à dire que les rayons ultra-violets doivent se comporter tout autrement que les rayons visibles ou infrarouges et les rayons ultra-violets déjà connus. Ceci paraît assez invraisemblable pour que j'aie cherché à faire une autre hypothèse.

Il semble y avoir une sorte de relation entre les nouveaux rayons et les rayons lumineux; tout au moins la production d'ombres, de fluorescence et d'actions chimiques semble l'indiquer. Or, on sait depuis longtemps qu'en outre des vibrations qui rendent compte des phénomènes lumineux, il est possible que des vibrations longitudinales se produisent dans l'éther; certains physiciens pensent même que ces vibrations doivent exister. Toutefois on doit convenir que leur existence n'a jamais été mise en évidence et que leurs propriétés n'ont pas été établies expérimentalement. Ces nouveaux rayons ne devraient-ils pas être attribués à des ondes longitudinales de l'éther?

Je dois avouer qu'à mesure que je poursuivais ces recherches, je me suis accoutumé de plus en plus à cette idée et je me permets de l'énoncer, sans me dissimuler que l'hypothèse demande à être établie plus solidement.

W.-C. Röntgen,
Professeur de Physique
à l'Université de Wurtzbourg.

537,53
770

SUR LES « RAYONS DE RÖNTGEN »

La remarquable découverte du Professeur Röntgen va modifier considérablement nos vues concernant la relation entre l'éther et la matière; mais une nouvelle preuve expérimentale est nécessaire, avant qu'aucune opinion puisse être exprimée sur le caractère de rayons dont la propagation est tellement rectiligne qu'elle semble renverser toutes les notions des lois de la Nature.

Röntgen, par la puissance de ses expériences, si soigneusement conduites, est arrivé à une conclusion opposée à l'idée que les rayons diffèrent des rayons lumineux uniquement par la petitesse de leur longueur d'onde. Peut-être les considérations suivantes montreront-elles que la preuve n'est pas concluante à cet égard.

Les rayons de Röntgen ne sont pas des rayons cathodiques; il n'y a pas de doute à ce sujet; mais ils prennent naissance au point de rencontre des rayons cathodiques avec les substances solides.

L'auteur de la découverte n'a pu obtenir aucun effet d'interférence, probablement, comme il le dit, à cause de la faiblesse de la radiation. Une absence d'interférence ne serait, cependant, pas suffisante pour montrer que la radiation n'est pas de la nature de la lumière ordinaire; l'absence d'interférence peut, en effet, résulter de ce que la radiation ne possède pas une régularité suffisante, en d'autres termes, de ce que la perturbation n'est pas suffisamment homogène. Il n'est pas, du tout, improbable que tel soit le cas, car la radiation est produite par un choc, qui, dans le premier exemple, peut être un mouvement impulsif propagé extérieurement, et qui, après avoir traversé l'écran, ne posséderait que la régularité produite par l'absorption des ondes de grande longueur.

Le grand argument contre l'hypothèse des ondes de très petite longueur repose dans l'absence de réfraction; mais est-il concluant?

Quand nous parlons de la grandeur des atomes, nous voulons dire leur distance à l'état solide et à l'état liquide [1]. Les propriétés de l'éther peuvent rester inaltérées dans la plus grande partie de la sphère d'action d'une molécule. Le nombre de molécules renfermées dans une longueur d'onde de lumière ordinaire n'est pas plus grand que le nombre de particules solides contenues dans une onde sonore; mais, autant que je sache, la vitesse du son n'est pas notablement affectée par la présence de poussières dans l'air. Il ne semble donc pas interdit de supposer que des ondes lumineuses, plus petites que celles que nous connaissons, puissent traverser les solides avec la même vitesse qu'elles traversent le vide. Nous savons que les bandes d'absorption exercent une grande influence sur les indices de réfraction dans les régions avoisinantes, et, comme probablement toute la question de réfraction se résout en des effets de résonance, le degré de propagation des ondes de très petites longueurs ne doit pas me sembler être préjugé par nos connaissances actuelles. Si les rayons de Röntgen contiennent des ondes de très petite longueur, les vibrations dans la molécule qui leur correspond sembleraient être d'une toute autre importance que celles que nous connaissons déjà. Probablement avons-nous ici la vibration de l'électricité avec la molécule, au lieu de la vibration de la molécule portant avec elle la vibration de l'électricité.

J'aimerais ensuite à exprimer un certain sentiment de satisfaction de ce que les rayons de Röntgen ne soient pas déviés par le champ magnétique. Ils sont ainsi clairement séparés des rayons cathodiques. L'idée que les rayons cathodiques sont dus à des vibrations est devenue à la mode; pourtant le fait que l'aimant les dévie comme s'ils étaient des molécules électrisées, m'a toujours semblé être un argument contre cette opinion.

Personne n'a donné aucune raison aussi plausible expliquant comme quoi un rayon de lumière invisible serait capable de s'enrouler en spirale, tandis qu'un rayon de lumière visible va en ligne droite.

Il n'est pas dans mon intention d'argumenter en faveur d'aucune théorie particulière ou contre cette suggestion de Röntgen que nous avons enfin trouvé la principale onde longitudinale qui manquait. Je désirais seulement signaler des faits, qui, à première vue, semblent aller contre l'hypothèse des vibrations lumineuses ordinaires, et je me borne à indiquer qu'ils constituent une insurmontable difficulté [1].

Arthur Schuster,

de la Société Royale de Londres
Professeur de Physique,
à Owens College (Manchester).

[1] En d'autres termes, il est ici question de leur sphère d'influence. (*Note de la Direction*).

[1] Nature de Londres, nº 1369, vol. 53, 1896.

537,53

LES VIBRATIONS LONGITUDINALES DE L'ÉTHER

A PROPOS DES RAYONS DE RÖNTGEN

On trouvera peut-être quelque intérêt à rapprocher de l'admirable découverte, qu'a faite le Pr Röntgen, de rayons photographiques spéciaux, et de l'hypothèse par laquelle il termine le remarquable article qui précède, les extraits suivants des leçons professées, en 1884, par lord Kelvin à l'Université Johns Hopkins.

M. Röntgen suppose que ses rayons sont des vibrations longitudinales de l'éther luminifère. Or, voici ce que disait lord Kelvin :

« Nous pouvons obtenir certaines formes de solutions des équations, dans le but d'illustrer divers problèmes d'Acoustique et pour vous familiariser avec l'onde qui peut exister en même temps que l'onde de distorsion dans tout vrai solide élastique qui n'est pas incompressible. Nous ignorons cette onde de condensation dans la théorie de la lumière. Nous sommes sûrs que son énergie, en tout cas, si elle n'est pas nulle, est très petite en comparaison de l'énergie des vibrations lumineuses dont nous nous occupons. Mais dire qu'elle est absolument nulle, serait une hypothèse que nous n'avons pas le droit de faire. Quand nous considérons la petite partie de l'Univers que nous connaissons, et que nous pensons à la transmission de la force électrique, à la transmission de la force magnétique et à la propagation de la lumière, nous n'avons pas le droit de supposer qu'il n'existe rien à quoi notre philosophie n'ait songé. Nous n'avons pas le droit d'admettre qu'il ne peut pas exister d'ondes de condensation dans l'éther lumineux. Tout ce que nous savons, c'est que les vibrations de cette espèce, qui prennent naissance dans la réflexion et la réfraction de la lumière, ont certainement une énergie très petite relativement à l'énergie de la lumière dont elles procèdent. Le fait certain, en ce qui concerne la réflexion et la réfraction, est celui-ci : à moins que l'éther lumineux ne soit absolument incompressible, la réflexion et la réfraction de la lumière doivent en général donner naissance à des ondes de condensation. Des ondes de distorsion peuvent exister sans ondes de condensation, mais des ondes de distorsion ne peuvent pas se réfléchir à la surface de séparation de deux milieux sans produire dans chaque milieu une onde de condensation. Quand nous aborderons l'étude de la réflexion et de la réfraction, nous verrons comment il faut traiter ces ondes de condensation et nous jugerons avec quelle facilité on peut s'en débarrasser en supposant que le milieu est incompressible. Mais il est une question qu'on ne doit jamais perdre de vue et qu'il faut examiner : Y a-t-il ou n'y a-t-il pas des ondes de condensation produites dans la réflexion et la réfraction, et la propagation de la force électrique peut-elle enfin s'expliquer par ces ondes de condensation?

« Supposons que nous ayons en un lieu quelconque, dans l'air, ou dans l'éther luminifère (je ne puis distinguer maintenant entre les deux idées), un corps qui, sous l'influence d'actions qu'il est inutile de décrire, mais qui sont concevables, prenne une électrisation alternativement positive et négative; ne donnera-t-il pas naissance à des ondes de condensation? Supposons, par exemple, que nous ayons deux conducteurs sphériques réunis par un fil fin et qu'une force électromotrice alternative soit produite dans ce fil fin, par exemple par une machine dynamo-électrique à courants alternatifs ; et supposons que ce dispositif fonctionne à grande distance de toute perturbation, à une grande élévation dans l'air, par exemple : le résultat de l'action de la machine dynamo-électrique sera de donner à l'un des conducteurs une électrisation alternativement positive et négative et à l'autre conducteur une électrisation alternativement négative et positive. Il est parfaitement certain, si nous faisons tourner la machine lentement, que dans l'air, au voisinage des conducteurs, nous aurons une force électrique dirigée alternativement dans un sens et dans l'autre avec des renversements au nombre de deux ou trois cents à la seconde, par exemple, et une transition graduelle du négatif au positif, en passant par zéro, et ainsi de suite; il en sera de même dans tout l'espace, et nous pouvons indiquer exactement la valeur du potentiel et de la force électrique en tout point à chaque instant. Mais qui croira que, si la révolution devient assez rapide, la loi électrostatique pure et simple s'appliquerait à l'air à différentes distances de chaque sphère? Tout le monde croit que si le renversement se produit avec une rapidité suffisante, plusieurs millions de fois, ou des millions de millions de fois par seconde, les faits que nous observerions s'écarteraient beaucoup de la loi électrostatique qui détermine la distribution de la force électrique dans l'air au voisinage. Il semble absolument certain qu'une action telle que celle qui se produit, donnerait naissance

à des ondes électriques. Or il me paraît probable que ces ondes électriques sont des ondes de condensation dans l'éther luminifère; et probablement la propagation de ces ondes serait énormément plus rapide que la propagation des ondes lumineuses ordinaires.

« En parlant ainsi, je ne perds pas de vue ce qui a été fait dans ce qu'on appelle la théorie électromagnétique de la lumière. Je connais la propagation d'un choc électrique le long d'un fil isolé recouvert de gutta-percha, que j'ai étudiée moi-même vers 1854, et dont j'ai trouvé la vitesse comparable à celle de la lumière. Nous ne connaissions pas alors le rapport entre les unités électrostatiques et électromagnétiques. En traitant le problème dans le cas de l'air au lieu de la gutta-percha, nous trouvons simplement v (c'est-à-dire le nombre d'unités électrostatiques contenues dans l'unité électromagnétique de quantité) pour la vitesse de propagation du choc. Ce cas diffère beaucoup de cette électrisation très rapidement variable que j'ai imaginée devant vous.

« Je puis me reporter à un petit article, dans lequel j'ai donné une sorte de représentation mécanique des forces électriques, magnétiques et galvaniques (le nom de « galvaniques » que je donnais alors est très mal choisi). Cet article a été publié dans le premier volume de réimpression de mes Mémoires. J'y montre que le déplacement statique d'un solide élastique suit exactement les lois de la force électrostatique, et que le déplacement rotatoire du milieu suit exactement les lois de la force magnétique. Il me semble très probable qu'on pourra ramener la théorie de la propagation des perturbations électriques et magnétiques à la théorie ondulatoire de la lumière en essayant de préciser le point que je vous indique. Dans la théorie ondulatoire de la lumière, toutefois, nous supposerons simplement que la résistance à la compression de l'éther luminifère et la vitesse de propagation d'une onde de condensation sont infinies. Nous emploierons quelquefois les mots « pratiquement infini » pour éviter de supposer que ces quantités soient infinies « absolument ».

Le second passage que je désire citer se trouve à la page 143 de l'édition autographiée :

« Rien ne nous révèle des actions de cette espèce, et cela suffit à nous prouver que, s'il en existe, elles doivent être excessivement petites. Mais je crois qu'il y a des ondes de cette espèce et je crois que la vitesse de propagation de la force électrostatique est la vitesse de condensation inconnue dont nous parlons. »

« Je dis ici *croire* dans un sens un peu différent. Je ne peux dire que je croie cela comme un article de foi, mais bien comme une vérité scientifique très probable. »

Le haut intérêt de ces vues avancées n'échappera, croyons-nous, à aucun physicien [1].

J.-T. Bottomley
de la Société Royale de Londres,
Lecturer de Philosophie naturelle
à l'Université de Glasgow.

537,53
770

SUR LES RAYONS DE RÖNTGEN [1]

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

Je me suis proposé de faire l'étude méthodique du phénomène de Röntgen au point de vue physique, et ce sont les premiers résultats de cette étude que je vais résumer ici.

I

J'ai d'abord, comme beaucoup l'ont fait, rapidement classé dans leur ordre de transparence les substances que je pensais pouvoir employer.

Puis, les rayons de Röntgen impressionnant comme la lumière les plaques sensibles, j'ai recherché s'ils ne présentent pas avec elle d'autres analogies. J'ai fait, en conséquence, une première expérience rapide afin de m'assurer que les nouveaux rayons obéissent aux lois de la propagation rectiligne. Il me suffit, pour cela, de placer une plaque sensible au delà d'un système formé par deux diaphragmes circulaires. J'obtins une tache circulaire dont les dimensions concordaient avec l'hypothèse d'une propagation rectiligne.

En conséquence, dans toutes les recherches suivantes, j'employai un pinceau de rayons bien défini, déterminé par deux fentes étroites pratiquées dans du laiton reconnu opaque et placées en regard du tube en expérience.

II

J'ai fait tomber le rayon, ainsi défini, sur une plaque d'acier poli, afin de constater s'il y avait

[1] Travail fait au Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure.

[1] *Nature*, de Londres, n° 1369, Vol. 53, 1896.

réflexion; après une heure de pose, le cliché ne révéla aucune impression.

La même expérience fut répétée en recevant le rayon de Röntgen sur une matière vitreuse, le flint, qui, lui aussi, est opaque. Même au bout de 7 heures de pose, il n'y eut encore aucune impression.

Sans qu'on puisse de ces expériences tirer une conclusion définitive, on est déjà en droit de supposer que les rayons de Röntgen ne peuvent subir de réflexion.

III

Le dispositif indiqué dans la figure ci-après et comportant encore les deux fentes, m'a servi à voir si les nouveaux rayons peuvent se réfracter.

J'ai masqué la moitié inférieure du pinceau de rayons, par un prisme taillé dans une des substances perméables aux rayons de Röntgen : la moitié supérieure du pinceau tombait directement sur la plaque et y laissait sa trace. La moitié inférieure ne fut nullement déviée comme elle l'eût été en cas de réfraction, mais vint exactement prolonger la première.

Je me suis servi successivement d'un prisme de paraffine d'environ 20°, et d'un prisme de cire d'environ 90°.

Les rayons de Röntgen ne paraissent donc pas réfrangibles ; cela pouvait être pressenti, puisque le squelette d'un animal fournit une silhouette exacte au travers des muscles et des liquides qui l'entourent.

IV

En continuant l'étude géométrique de ces rayons, j'ai tenté d'y retrouver les phénomènes de diffraction et de décider par là même si le phénomène est périodique ou non.

Je montai donc l'expérience classique qui donne les franges de diffraction en plaçant une fente assez large (1 millimètre) au delà d'une fente très étroite. Alors que la lumière naturelle donne, dans ces conditions, des franges très pures, les rayons de Röntgen m'ont donné une bande très nette sans la moindre trace de franges.

Une vérification du réglage fut donnée par la contre-épreuve suivante. En substituant au châssis fermé une plaque sensible à découvert, j'obtins en quelques minutes une silhouette exactement superposable à celle qu'avaient donnée les rayons de Röntgen, mais présentant cette fois des franges nettes sur le bord. Les lueurs vertes émises par le tube et arrêtées par le volet du châssis dans la première partie de l'expérience, avaient suffi pour produire des franges dans la seconde.

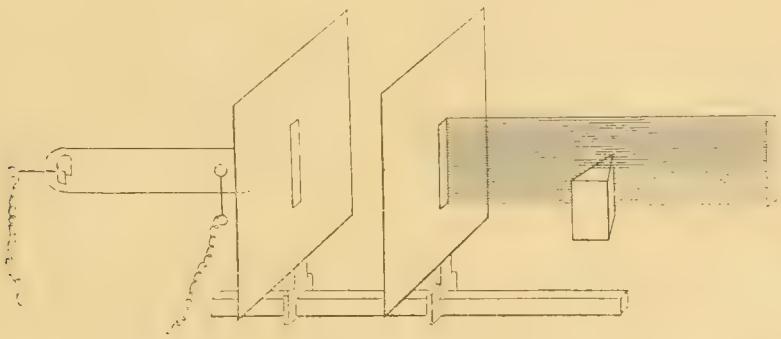


Fig. 1. — *Appareil de M. Jean Perrin.*

Donc, si le phénomène est périodique, la période est inférieure à celles des radiations visibles du spectre. Il paraît même possible qu'il n'y ait pas périodicité.

Cette expérience est, en outre, importante en ce qu'elle permet de vérifier très rigoureusement, pour les rayons de Röntgen, la propagation rectiligne; celle-ci serait même plus pure que ne l'est celle de la lumière.

Jean Perrin,

Agrégé-Préparateur,
à l'École Normale Supérieure.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

666,1

DE LA VERRERIE ET DE LA CRISTALLERIE

EN FRANCE

Le verre, sous ses diverses formes, a des applications si multiples et s'est acquis, dans toutes les branches de l'industrie humaine, une place si importante, est devenu tellement indispensable, qu'on a peine à concevoir comment les civilisations qui nous ont précédés en ont fait un si faible emploi : il a fallu des milliers d'années pour amener la verrerie à ce qu'elle est et à ce qu'elle tend à devenir de plus en plus. Le progrès incessant dans la fabrication du verre est évidemment la cause fondamentale de la rapide expansion à laquelle nous assistons : autant et plus que d'autres industries, la verrerie s'est perfectionnée pendant ces dernières années et a pris un rapide essor, comme si elle voulait rattraper le temps si longtemps perdu. Hâtons-nous de dire que la France, à cet égard, n'est pas restée en arrière des nations rivales.

Cependant, les branches si multiples de l'art de la verrerie ne se sont pas toutes engagées aussi résolument dans cette voie de perfectionnement : il est des retardataires et, s'il a été beaucoup fait, il reste beaucoup à faire encore.

Montrer le développement de cet art, en indiquant aussi exactement que possible l'état actuel de l'industrie verrière en France, et d'autre part signaler les lacunes, et rechercher les progrès qu'il reste à accomplir, est le double but de cet article.

Nous nous attacherons particulièrement à montrer le rôle de plus en plus nécessaire de la science dans les industries du verre; et, en raison des récents événements qu'y a suscités la question de la main-d'œuvre, nous aurons à insister sur les modifications que le progrès scientifique y a fait subir aux conditions sociales du travail.

I. — Historique [1].

La verrerie est une des plus vieilles industries du monde : nous trouvons la preuve de son existence 2.000 ans avant J. C., dans des peintures découvertes par Sir Gardner Wilkinson dans les sarcophages des anciennes dynasties égyptiennes. L'archéologie semble donc établir que les Égyptiens auraient été les premiers verriers, ce qui s'explique aisément par la richesse de leur sol en sels alcalins. L'histoire nous montre ensuite la verrerie très florissante à Sidon sur les bords du Bélus, dont les sables étaient particulièrement propres à la vitrification. Il y a lieu de croire que, pendant des siècles, les Sidoniens et les Égyptiens furent les pourvoyeurs du monde entier, car les Grecs ne fabriquèrent jamais le verre, même aux plus belles époques de leur histoire, et ce n'est que sous le règne d'Auguste que l'on attira à Rome les artistes d'Égypte, dont les œuvres étaient fort appréciées. Les verreries romaines se développèrent très vite : elles fabriquèrent d'abord les coupes et les vases, mais ne tardèrent pas à aborder les vitres à plateaux et peut-être les petites vitres coulées, dont on a trouvé quelques échantillons à Pompeï.

Ces verriers romains venus d'Égypte ont été les ancêtres des Vénitiens. Ils durent se réfugier à Venise lors des invasions barbares, et continuèrent à y exercer leur art, tandis que dans toutes les parties de l'Empire les usines s'éteignaient. C'est ainsi qu'au Moyen-Age ils furent, avec les verriers de Bohême, les seuls dépositaires des traditions et secrets de l'Antiquité; on chercha à les leur dérober par tous les moyens possibles.

De Bohême et peut-être de Venise quelques verriers réussirent à s'évader en trompant la surveillance des gardiens qui les emprisonnaient dans les usines; ils portèrent leur art dans la Forêt-Noire, et y fabriquèrent les miroirs soufflés; puis ils gagnèrent les forêts des bords de la Meuse et Charleroi; l'art du verrier s'implanta dans cette région vers 1680, alors qu'elle relevait de la Couronne de France; il s'étendit au nord de la France, vers Anzin et Fresne, en 1720 [1].

A côté de cette migration lente, qui a suivi les régions boisées de l'Europe, le travail du verre a été importé *directement* d'Italie en France, et notamment, à Paris, dans le Marais, à l'époque de la Renaissance; il s'y développa sous l'influence des goûts artistiques de cette brillante époque et de l'intérêt que ne cessèrent de lui porter, dans la suite, les rois de France, les Valois, Henri IV, Louis XIV et son ministre Colbert, qui ne craignaient pas d'ennoblir les verriers habiles et subventionnèrent leurs usines. C'est à cet effort et à l'intervention des Vénitiens que l'on doit, il faut le

[1] Ouvrages consultés pour cet historique : *Guide du verrier*, par Bontemps; — les *Verreries de la Normandie*, par O. Vaillant de la Fieffe; — *Dictionnaire de l'Ameublement*, par V. Havard.

[1] Nous devons ces renseignements à M. Casimir Lambert, le maître de verrerie bien connu de Charleroi.

reconnaître, sinon la création, du moins la grande expansion de la verrerie en France.

Il existe encore une région verrière, et non la moins intéressante, dont la filiation avec les verreries de l'Antiquité ne peut s'établir d'une façon aussi précise, — à moins que les Normands n'aient eux-mêmes amené des Italiens : c'est la Normandie; on y compte jusqu'à soixante localités ayant été centres de verrerie, principalement dans la forêt de Lyons. De cette région sont originaires les grandes familles de verriers nobles, les de Brossard, de Cacqueray, de Bongars et Le Vaillant, qui, propriétaires des grandes verreries, ne cédaient à personne le privilège de souffler les grandes vitres, et ne se rendaient au four que l'épée au côté. La Normandie fabriqua toutes sortes d'objets en verre et produisit les verres colorés servant à la confection des verrières. C'est là que, dès 1331, on commença à fabriquer les « *plats de verre* », inventés par Philippe de Cacqueray, c'est-à-dire les premières vitres.

Malgré l'ancienneté des verreries normandes, malgré la protection accordée, après la Renaissance, à l'industrie verrière, le développement de l'art du verrier a été fort lent : il est facile de s'en rendre compte en suivant les inventaires de la Couronne et des châteaux royaux, qui contenaient toujours les objets de la fabrication la plus perfectionnée. Avant le milieu du XVIe siècle, il n'est nulle part question de verre; l'usage en semble inconnu, en dehors des verrières d'églises, dont les plus anciennes ne sont pas antérieures au XIe siècle[1]. Les grands châteaux de cette époque ne possédaient pas de fenêtres, mais seulement ces étroites ouvertures évasées qui laissaient passer assez de lumière et arrêtaient les courants d'air et le froid. Les habitations des paysans et serfs — sauf peut-être celles de la Normandie — ne possédaient que des portes à auvent et des fenêtres contreventées en bois.

Ce n'est que sous Henri II que quelques vitraux sont inventoriés dans les châteaux; mais l'usage des vitres ne s'établit pas encore, et les châssis de bois dont on munit les fenêtres sont presque partout garnis de parchemin ou de papier *terpentiné* (enduit de térébenthine). Cet emploi du papier ou du parchemin ralentit l'essor de la verrerie, car les marchands de verre vendaient aussi le châssis de papier, et ce n'est qu'en 1650 que le châssis vitré, c'est-à-dire fait avec des *plats de verre* blanc, entra dans l'architecture, avec la fenêtre que Marie de Médicis fit construire au Luxembourg en vitres enchâssées dans l'argent.

Il est évident que, si les châteaux royaux étaient si peu fournis de vitres, les habitations bourgeoises et ouvrières l'étaient moins encore. Longtemps après le XVIIe siècle et même jusqu'au milieu du XVIIIe, l'usage du papier prévalut, surtout en province, en sorte que l'on peut dire, si incroyable que le fait paraisse, que c'est seulement la fin du siècle dernier qui a vu se généraliser les vitres en verre blanc.

Les miroirs suivirent à peu près le même développement que les vitres. Le Moyen-Age ne connaissait que les miroirs en métal; plus tard on se servit du cristal de roche pour faire de petites glaces réfléchissantes, qui étaient très appréciées et se payaient très cher. Est-ce à ce goût prononcé pour les glaces qu'il faut attribuer l'essor rapide de la glacerie? Est-ce simplement à l'habile impulsion que la manufacture de Saint-Gobain, fondée en 1688 par Abraham Thévard, puis Lucas de Néthou, trouva dès l'origine et ne cessa d'avoir depuis? En tout cas, l'industrie des glaces coulées, créée en France, se perfectionna rapidement et sut toujours tenir le premier rang dans le monde entier. Le premier miroir signalé dans les inventaires royaux est de 1560 : il était en verre de Bohême soufflé; un siècle plus tard, des glaces coulées de dimensions assez grandes, de fabrication française, ornèrent les châteaux royaux; on sait ce que sont de nos jours les grandes glaces d'exposition.

Les premiers objets de gobeleterie, carafes, verres, etc., eurent un développement beaucoup plus lent, le haut prix du verre et sa fragilité s'opposant à la rapide diffusion de ces objets. Si donc on peut voir, au Musée de Cluny, un gobelet en verre émaillé remontant à 1670, et si, dès la Renaissance, les inventaires royaux comportent des coupes et flacons, ce n'est qu'à la fin du règne de Louis XIV que les carafes apparaissent sur les tables, et seulement au milieu du XVIIIe siècle que les verres et gobelets deviennent d'un usage habituel.

Quant aux bouteilles, leur emploi pour la conservation et l'amélioration des vins en cave se répandit d'abord en Bourgogne; mais c'est à la découverte de la fabrication du vin mousseux de Champagne exigeant des récipients solides, qu'elles durent leur rapide diffusion et le perfectionnement de leurs formes. Cette découverte remonte à 1690.

C'est, en résumé, sous Louis XIV et par l'impulsion de Colbert que se fondèrent la plupart des anciennes verreries et gobeleteries : celles de Saint-Louis (Alsace), du Creusot, de Folembray (1709), etc. Dès lors la verrerie était réellement implantée en France, son outillage constitué, son personnel

[1] Notre-Dame de Paris possède une des plus anciennes verrières de France. — Rappelons que la *verrière*, sorte de mosaïque de petits morceaux de verre tous colorés et réunis par des lamelles de plomb, n'a pris le nom de *vitrail* que plus tard, alors qu'on y incorpora du verre blanc, du verre à vitres. (La fabrication du vitrail ne fait pas partie de l'industrie du verre).

formé. Il appartenait au XIXe siècle d'introduire les perfectionnements successifs qui l'ont amenée à l'état actuel ; mais c'est surtout de nos jours, depuis vingt ans à peine, que son essor est devenu plus rapide. L'emploi généralisé de la houille se substituant au bois, l'abaissement du prix des sels alcalins, l'usage de moules métalliques, et l'introduction des fours à gaz ont été les grandes étapes du progrès. Des nouvelles usines se fondèrent, en même temps que les anciennes doublaient et triplaient leur production. Il en est résulté une concurrence très vive et, de temps en temps, des crises intenses ; mais le prix du verre s'est abaissé, entraînant une consommation de plus en plus considérable ; et la verrerie est devenue ce qu'elle est de nos jours : une industrie indispensable et de première importance.

De ce court exposé historique quelques enseignements se dégagent nettement : c'est d'abord la lenteur des progrès de l'art du verrier à travers les âges, preuve évidente de l'habileté nécessaire au travail du verre et de la difficulté de l'apprentissage ; c'est, en second lieu, l'importance de la tradition, on pourrait dire de l'*hérédité* en verrerie, puisque nous avons pu suivre la transmission des procédés et secrets de cet art depuis les verriers égyptiens jusqu'à ceux de nos jours, dont quelques-uns sont, sans doute, les descendants directs. Il y a là un caractère très spécial à cette industrie, qui n'a pas un intérêt exclusivement historique et qu'un bon maître de verrerie ne doit pas négliger.

Même de nos jours, après les modifications profondes que les machines ont fait subir au travail et les facilités qui en résultent pour l'apprentissage, les souffleurs de verre sont d'un recrutement difficile : ils se forment entre eux. Ils constituent une classe à part, se mélangeant peu avec les autres ouvriers, presque une race. Fiers de leurs traditions et parfois de leur origine, ils sont souvent orgueilleux et d'un maniement difficile. Sentant le prix de leur travail, ils cherchent à le faire sentir, et ont été de nos jours une proie trop facile aux idées de haine stérile que les apôtres de la guerre au capital venaient leur souffler. De là ces trop célèbres grèves de Pantin, Montluçon, Rive-de-Gier, Charleroi et Carmaux, et cet état de guerre déclarée entre le capital et le travail qui, de nos jours, est la triste caractéristique de la verrerie, et qu'il faut, à tout prix, faire disparaître.

L'histoire nous montre enfin que, malgré la tardive apparition de la verrerie sur notre sol, — un siècle après l'Angleterre ou la Bohême, — malgré les lenteurs du début, la France a su, dans toutes les branches, regagner le temps perdu sur les nations rivales : elle a donc pour cette industrie une réelle aptitude.

II. — Statistique. — Distribution géographique des usines a verre.

§ 1. — Statistique générale.

L'industrie du verre est une des plus variées qui existent, aussi bien par la diversité de ses produits que par les procédés du travail et le personnel qu'elle emploie. Le progrès y amène une spécialisation de plus en plus grande ; en sorte que, loin de représenter une industrie unique, elle comprend, en réalité, huit ou dix industries entièrement distinctes. On peut, cependant, classer les 250 verreries que compte la France en cinq groupes principaux : la *Cristallerie*, la *Gobeleterie* et *Flaconnerie*, la *Verrerie à vitres*, la *Glacerie*, la *Verrerie à bouteilles*.

Nous avons réuni dans le tableau I ci-contre toutes les données statistiques, actuellement existantes sur ces différentes industries [1], aussi bien sur celles qui fabriquent le verre que sur celles qui le mettent en œuvre, afin de donner une idée de l'importance considérable de la verrerie. Toutefois, le cadre de cette étude ne nous permet pas de nous étendre sur les industries de seconde main, qui mettent en œuvre le verre fabriqué, telles que l'industrie des vitraux, la peinture et l'émaillage du verre, la verrerie soufflée à la lampe d'émailleur, la fabrication des verres d'optique. Nous considérerons uniquement les industries qui, partant de matières premières naturelles et non fondues, comportent, comme première opération, la fusion du verre ; c'est, en d'autres termes, l'industrie verrière de première main, que nous nous proposons d'étudier

L'examen du tableau I ci-contre montre que la plupart des industries du verre sont actives en France et généralement assez développées pour suffire aux besoins français et donner lieu à un commerce d'exportation considérable : la verrerie est donc une source de richesse importante, surtout dans ses branches de la Glacerie et de la Verrerie à bouteilles.

La verrerie représente une immobilisation de gros capitaux. La valeur locative des usines s'élevant à 3 millions, il semble permis d'évaluer les seuls immeubles des verreries à 100 millions de francs, si l'on veut bien admettre le chiffre de 3 °/₀ comme taux de capitalisation.

[1] La plupart de ces chiffres nous ont été communiqués par l'*Office du Travail* au Ministère du Commerce ; d'autres sont extraits des *Annales du Commerce extérieur* ; enfin, quelques-uns sont les résultats de l'enquête que nous avons pu faire auprès des chefs d'industrie les mieux placés pour connaître les chiffres de production. — Nous tenons ici à adresser nos remerciements à : MM. A. Fontaine, ingénieur au Corps des Mines, et Marc, ancien élève de l'École Polytechnique, qui nous ont communiqué les documents accumulés à l'*Office du Travail* ; à M. Emile Gobbe, pour la verrerie à vitres ; à M. A. Biver, pour la glacerie ; ces ingénieurs et administrateurs nous ont donné des renseignements du plus grand intérêt sur la production.

TABLEAU I. — Statistique générale des industries verrières en France

NOM DE L'INDUSTRIE	NATURE ET OBJET DE LA FABRICATION	NOMBRE D'USINES EN 1891 [1]	VALEUR LOCATIVE DES USINES EN FRANCS [1]	NOMBRE D'OUVRIERS ET EMPLOYÉS	TOTAL DES SALAIRES DISTRIBUÉS	PRODUCTION EN FRANCE	EXPORTATION *en francs*	IMPORTATION *en francs*	TOTAL DU COMMERCE EXTÉRIEUR	BALANCE
CRISTALLERIE	*Services de table lustrés : verres, carafes, cristaux d'art, flacons* *Verres de lampes*	8	412.080	4.300	5.250.000	?	8.213.415	6.046.836	14.260.401	+ 2.166.529
GOBELETERIE	*Mêmes articles (en verre) que la cristallerie* *Flacons, verrerie de laboratoire, verres artistiques, émaux* *Tubes, baguettes*	90 à 95	1.141.415 (?)	20.200	36.000.000	?				
	Verres de montre et pendule *Verres de lunette, optique*	16	61.070	1.480	3.830.000		439.668	430.374	470.042	+ 9.294
VERRERIE A VITRES	*Vitres ordinaires* *Vitres de couleurs*	19	150.000 (?)	2.000	2.250.000	6.000.000 mètres carrés	1.089.451	581.933	1.671.384	+ 507.518
	Vitraux	39	109.490	1.150	1.723.685		199.719	58.902	258.621	+ 140.817
VERRERIE A BOUTEILLES	*Bouteilles et 1/2 bouteilles* *Bonbonnes*	43	300.000 (?)	13.400	15.510.000	180 millions bouteilles	8.942.381	1.544.567	10.486.948	+ 7.397.814
GLACERIE	*Glaces brutes* *Glaces étamées* *Verres coulés et étamés, tuiles, etc.*	8	830.230	3.580	4.335.000	850.000 mètres carrés	5.092.631	297.425	5.390.056	+ 4.795.206
DIVERS	*Verre filé, fleurs, couronnes* *Lampes à incandescence* *Non dénommés*						3.681.965	6.447.180	10.129.145	— 2.765.215
TOTAUX		245	3.001.285	48.760 [2]	68.898.685 [2]		27.659.230	15.407.267	43.066.497	+ 12.251.963

[1] Ces renseignements sont puisés à la publication des Patentes, faite sous la direction de M. Boutin, directeur général des contributions directes.

[2] Nous donnons ce chiffre sous réserve de correction. La statistique française ne permet pas de l'évaluer exactement. Nous l'avons calculé d'après quelques documents puisés à l'Office du Travail, où il vient d'être procédé à une enquête très sérieuse sur les salaires ouvriers; l'Office n'indique le nombre et le salaire des ouvriers que pour une partie des usines. Nous avons calculé, d'après la méthode des moyennes, les chiffres se rapportant aux autres usines. Cette moyenne a été obtenue en partant des chiffres donnés par l'*Office du Travail* et concernant : 2 cristalleries, 19 usines de gobeleterie, 1 de verre de montre et d'optique, 3 usines à vitres, 2 usines de vitraux, 18 de bouteilles et 3 glaceries.

Un second fait non moins important est la valeur de 72 millions qu'atteint le chiffre des salaires distribués; cette valeur tient, comme nous le verrons, à la part prépondérante qu'occupe la main-

Fig. 1. — *Distribution des industries du verre en France.* — Les noms soulignés indiquent les fabriques de vitres. Plusieurs de ces mêmes localités font aussi la bouteille et d'autres fabrications (ex. : Lyon, Rive-de-Gier, Nancy, etc.). — (La partie du département du Nord, recouverte de hachures, ne porte ici aucune indication : la figure 2 représente cette région à plus grande échelle.

d'œuvre dans le prix de revient des produits; et, ce qui donne à ce fait un intérêt plus grand encore, c'est que les verreries sont disséminées sur tout le territoire de la France (fig. 1).

§ 2. — **Répartition géographique des verreries.**

A l'inverse de la plupart des grandes industries, la verrerie semble avoir échappé, en partie, à la loi de centralisation et de groupement autour des grands centres : en dehors de la région du Nord avec ses quarante usines à verre (fig. 2), et de la région de la Loire et du Rhône, qui en compte une vingtaine, les autres verreries sont disséminées un peu partout (fig. 1), et souvent dans des régions où n'existe aucune autre industrie. C'est un fait économique d'une réelle importance, si l'on tient compte de la prospérité qu'attire toujours dans un pays, et surtout dans une région rurale, la présence d'une usine distribuant de gros salaires, et aussi de l'heureuse influence du séjour à la cam-

pagne pour une classe ouvrière pratiquant un métier très dur, auquel les enfants et jeunes gens prennent une part presque égale à celle des hommes. Il est donc intéressant de bien mettre en lumière cette décentralisation et d'en analyser les causes.

Remarquons d'abord que le choix de l'emplacement d'une verrerie ne fait généralement pas entrer en ligne de compte la question des approvisionnements en matières vitrifiables : les sables qui servent à fabriquer les verres communs se rencontrent partout, et les usines qui ne les ont pas à leur portée (celles du Nord) les font venir par canal, avec des frets de retour, qui les mettent sur un pied d'égalité avec les autres : les sables blancs font seuls exception et ont à supporter des frais de transport élevés; mais aucune verrerie ne s'est fondée sur les gisements de sables siliceux, en sorte que presque toutes reçoivent la silice par une voie ferrée, et se trouvent encore sur le pied d'égalité. Quant aux sels de soude, qui, on le verra, complètent les matières premières, ils entrent pour une trop faible part, pour que le prix de leur transport entre sérieusement en ligne de compte; et, d'ailleurs, dans ces dernières années, le *Syndicat des Marchands de Produits Chimiques* a pris l'habitude de faire ses prix pour marchandises rendues à l'usine, établissant ainsi l'égalité entre les différentes verreries. C'est donc uniquement la question des transports du combustible, d'une part, des produits, d'autre part, qui intervient et peut établir des différences entre les usines.

Or, l'économie des transports s'est, à ce point de vue, profondément modifiée, à deux reprises différentes depuis le commencement du siècle : d'abord avec l'introduction du chauffage à la houille, ensuite avec les fours à gaz. Il s'ensuit que les verreries peuvent géographiquement, et indépendamment de leur fabrication, se classer comme suit, en quatre groupes, classement qui est en même temps historique, puisqu'il est lié à l'origine de chaque verrerie :

1° *Anciennes verreries, Verreries forestières.* — Ce premier groupe comprend les plus vieilles verreries de France : *Saint-Gobain*, *Baccarat*, *Folembray*, la *Vieille-Loye* : ces verreries remontent à l'époque où le bois était le seul combustible. Le chauffage au bois exigeait un poids de combustible représentant plus de cinq fois le poids du verre produit : l'économie des transports exigeait donc que les usines fussent au centre des forêts : c'est ainsi que les forêts des Vosges, de Normandie, de Coucy, de Saint-Gobain, du Jura se peuplèrent d'usines à verre.

2° *Verreries des bassins houillers.* — Lorsque le chauffage à la houille se répandit et eut fait ses preuves, de nouvelles verreries se fondèrent sur presque tous les bassins houillers : sans parler du Nord qui, en quelques années, vit naître 30 usines à verre, Monceau-les-Mines fonda *Blanzy*; le bassin de la Loire, *Rive-de-Gier* et *Gisors*; Decazeville créa la grande verrerie de *Carmaux*; etc.

Fig. 2. — *Distribution des industries du verre dans le département du Nord.* (La partie septentrionale de ce département, ne possédant pas de verreries, n'a pas été représentée ici.)

Une verrerie était, au temps des fours à pots à chauffage direct, un client de premier ordre pour une mine de houille : il fallait, il y a vingt ans, de 3 à 4 fois le poids de houille pour fondre un poids donné de verre, de sorte qu'une petite usine à un ou deux fours consommait facilement de 10.000 à 15.000 kilos de charbon par jour. De là ces créations de verreries souvent subventionnées par les Compagnies houillères, qui presque toutes sont encore en activité.

3° *Usines récentes fondées sur les centres de consommation.* — Depuis quelques années le perfectionnement des moyens de chauffage a abaissé des deux tiers la consommation de houille : les fours à gaz de grande dimension dépensent un poids de charbon sensiblement inférieur au poids de verre fabriqué : il s'ensuit que les verreries ont plus d'intérêt à se placer sur les centres de consommation. *Saint-Galmier* et *Reims*, par exemple, cherchent l'économie de leurs transports dans la proximité

du lieu de consommation et dans les avantages qui en résultent : suppression de l'emballage, voisinage de la clientèle, etc.

4° *Verreries suburbaines.* — Il y aurait encore une classe de verreries à mentionner, celles qui sont dans les faubourgs des grandes villes telles que : Paris, Marseille, Bordeaux; leur raison d'être n'est pas tant l'écoulement facile des produits que la possibilité de se procurer à bas prix les déchets de verre de la grande ville : ces verreries suburbaines ont existé de tout temps et existeront probablement toujours; elles ne sont cependant pas très intéressantes; en dehors de quelques usines très bien conduites, celles de M. Appert à *Clichy*, de M. Legras, de M. Guilbert-Martin à *Saint-Denis*, qui profitent du voisinage de la grande ville et des ressources scientifiques qu'elle offre pour maintenir leur fabrication au niveau des progrès les plus récents, beaucoup ont une fabrication très ordinaire; les ateliers des faubourgs sont souvent peu salubres, mal aérés, ce qui est un inconvénient sérieux dans une industrie où les ouvriers jouent un si grand rôle : d'autre part, la nécessité d'employer par économie des déchets de verre de toute origine et de compositions forcément diverses a pour conséquence une variation de la composition du verre, dont les consommateurs ont souvent à se plaindre, et qui, en tout cas, est un obstacle aux progrès chimiques de la verrerie.

La répartition géographique des verreries françaises et leur dispersion s'expliquent donc aisément par leur origine et la date de leur fondation; mais, — tandis que d'autres industries, celle des hauts-fourneaux par exemple, ont dû, sous l'influence du progrès et des modifications économiques, se déplacer et émigrer d'une région autrefois florissante vers une autre plus favorisée de nos jours, — les verreries ont subsisté pour la plupart, ou du moins il en reste autant de chaque catégorie. Ne peut-on en conclure que la prospérité d'une verrerie est à peu près indépendante de l'économie des transports, ou que, du moins, il existe un élément de succès plus puissant que la situation géographique : cet élément, c'est la main-d'œuvre. Nous retrouvons donc, à chaque pas de cette étude, cette question, la plus difficile de la verrerie, mais aussi celle qui donne le plus d'intérêt à cette belle industrie. Créant de toutes pièces avec des substances sans valeur intrinsèque une matière de valeur marchande considérable, la verrerie distribue la plus grande partie de cette richesse sous forme de salaires; elle répond donc bien au double rôle que doit se proposer toute industrie : former et répartir la richesse; constituant un puissant élément d'activité, elle concourt dans une large mesure à la prospérité nationale.

III. — Chimie du Verre et principes scientifiques des opérations en Verrerie.

§ 1. — Caractères essentiels du Verre.

Chauffons, dans un creuset de laboratoire sur un fourneau à température élevée, un mélange bien homogène de poudres susceptibles de donner naissance à un verre; supposons, pour fixer la pensée, du sable blanc (silice) mêlé de carbonate de chaux et de carbonate de soude, — éléments d'un verre à vitres, — ou encore du sable blanc mêlé de minium et de carbonate de soude et de potasse, — éléments d'un cristal, — et suivons à la fois l'échauffement et l'aspect de la matière. Cette poudre, mauvaise conductrice de la chaleur, s'échauffe d'abord progressivement sans changer d'aspect; à une température variant entre le rouge naissant et le rouge cerise, elle s'agglomère, puis elle devient visqueuse sans cesser d'être opaque; ensuite, la température s'élevant régulièrement, elle devient plus fluide et se clarifie; enfin, si l'on continue à chauffer, elle arrive à être tout à fait liquide, au point que les bulles de gaz qui y étaient incluses (air ou acide carbonique) se dégagent sans peine à la surface, laissant, après quelques instants, un culot limpide : un verre *affiné*. Si, éteignant alors le fourneau, on laisse le verre se refroidir, il est facile de constater que la courbe de refroidissement est absolument régulière, sans arrêt ni à-coup accusant le changement d'état de la matière, et le verre, restant toujours limpide, repasse, en sens inverse, aux mêmes températures que lors de son échauffement, par des états de plus en plus visqueux, jusqu'à complète solidification. Si le refroidissement est très rapide, le culot de verre se fendille, ne présentant aucune cohésion : si le refroidissement est suffisamment lent, la masse fondue devient résistante et élastique : le verre est *recuit*. Si le refroidissement est très lent, ou plutôt, si l'on maintient le verre pendant un temps prolongé à une température un peu supérieure à celle de son ramollissement, il se forme des points opaques, cristallisés, qui, à la longue, peuvent envahir toute la masse : c'est la *dévitrification*, dont le terme extrême donne la *porcelaine de Réaumur*.

Cette expérience, qu'il est facile de reproduire avec les verres industriels, tiendra lieu de la définition physique ou chimique que l'état actuel de la science ne nous permet pas de donner; elle met en évidence les propriétés essentielles du verre : palier de fusibilité très étendu, lois d'échauffement et de refroidissement continues, nécessité d'un refroidissement lent ou *recuit*, dévitrification. Elle met aussi en lumière les principales étapes de la fabrication industrielle : la première phase est le *frittage*, qui a pour but d'amener les matières

vitrifiables à une température élevée, laquelle facilite la fonte, et de les débarrasser d'une partie de leurs éléments volatils; la seconde phase est la *fonte*, qui se fait progressivement par une sorte de dissolution des éléments réfractaires (silice) dans les alcalis (*fondants*) et dans le verre précédemment fondu; la troisième phase est l'*affinage*, qui a pour but de débarrasser le verre des ses impuretés et des bulles de gaz [1]; la dernière phase est la *braise* [2] ou *raffinage*, refroidissement du verre affiné, qui doit l'amener à la consistance se prêtant le mieux au travail.

occuper ici sont donc des silicates alcalino-terreux ou des silicates alcalino-plombeux (tableau II).

Les bases le plus fréquemment employées dans la composition des verres sont : la *chaux*, la *magnésie*, la *potasse*, la *soude* et l'*oxyde de plomb*. A cette liste il convient d'ajouter : l'*alumine*, dont tous les verres contiennent au moins des traces; l'*oxyde de fer*, dont la présence se manifeste par la coloration verdâtre qu'elle donne aux glaces les plus pures; le *manganèse*, employé pour blanchir le verre vert (*savon* des verriers); la *baryte*, qui commence à servir en gobeleterie et donne des

TABLEAU II. — Compositions des principaux verres

NATURE DES ÉLÉMENTS	CRISTAL DE BACCARAT	AUTRE CRISTAL	VERRE A VITRES	VERRE DE BOHÊME	VERRERIE DE LABORATOIRE	GLACE DE ST-GOBAIN	VERRE A BOUTEILLES ORDINAIRE	VERRE A BOUTEILLES ALUMINEUX
Silice	55	50	68.5	76.5	69.5	72	62.	59.
Alumine			0.8	0.5	2.0	1	2.	11.
Oxyde de fer							2.5	1.
Chaux			17.	5.	13.5	16	21.	21.
Magnésie				0.2	1.0		6.	0.3
Soude	8.6		13.5		14.	11	6.5	4.5
Potasse	0.8	12		18.				2.8
Oxyde de plomb	35.5	36						
Oxydes colorants		2						
Oxyde de manganèse				*non dosé*	*non dosé*			0.5

§ 2. — Composition chimique des verres.

Le nombre des mélanges doués de la propriété de se vitrifier sous un feu plus ou moins violent est indéfini : tous les corps non volatils de nomenclature chimique peuvent entrer dans les verres industriels comme éléments essentiels ou accessoires.

En pratique, les corps qui constituent le fonds de la composition sont : la *silice* et les *bases alcalines* ou *terreuses* pour les verres; la *silice*, les *alcalis* et l'*oxyde de plomb* pour le cristal.

La silice, matière vitrifiable par excellence, est, comme on sait, infusible aux plus hautes températures de l'industrie, mais est rendue fusible soit par les alcalis dans lesquels elle se dissout, soit par les terres alcalines qui, infusibles elles-mêmes, se combinent cependant avec la silice et en provoquent la fusion, soit enfin par des oxydes métalliques, dont le plus important est l'oxyde de plomb [3]. Tous les verres dont nous aurons à nous

verres lourds assez brillants, se rapprochant du cristal; la *lithine*, qui constitue un très bon fondant, et que la découverte de nouveaux gisements pourra rendre un utile auxiliaire de la verrerie; enfin les métaux colorants : *nickel*, *cobalt*, *cuivre*, *argent*, *urane*, *or*, *platine*. Ces bases si multiples donnent forcément des verres dont les propriétés (fusibilité, malléabilité, élasticité) sont très diverses; les différences de composition accusées par le tableau ci-dessus et rapprochées des qualités de travail que nécessite chaque fabrication, montrent l'importance de la substitution d'une base à l'autre.

Il y a là une question d'un grand intérêt scientifique et industriel, qui, depuis longtemps, a attiré l'attention des savants. Berthier, dans ses *Essais par voie sèche*, a, le premier, abordé l'étude de la fusibilité des silicates et l'a traitée de la façon la plus complète : il a pu ranger les alcalis et terres dans l'ordre suivant au point de vue de leur action fondante sur la silice :

Potassium, Lithium, Sodium, Baryum, Calcium, Magnésium.

Mais la question de la fusibilité des silicates est

[1] L'affinage s'effectue d'autant mieux que le verre est plus liquide, c'est-à-dire que la température est plus élevée.

[2] L'expression *braise* provient de ce que, dans les anciens fours, les fondeurs refroidissaient leur four en entassant sur le feu une épaisse couche de combustible mouillé qui étouffait le feu et faisait braise.

[3] D'autres acides sont doués de la même propriété de vitrification, et donnent par fusion avec les bases des composés vitreux : ce sont l'acide phosphorique et l'acide borique; mais ils n'appartiennent pas à la grande industrie verrière. Rappelons ici l'intéressant essai de M. Sidot, qui a pu fabriquer un phosphate de chaux et soude suffisamment malléable pour en souffler des cornues. Ces cornues offrent cette particularité d'être inattaquables à l'acide fluorhydrique. L'acide borique est d'un usage courant pour la fabrication des émaux; il entre dans la composition des verres d'optique d'Iéna, et nous pensons qu'il est appelé à rendre de grands services. Si nous n'insistons pas sur son rôle si intéressant, c'est que la verrerie d'optique fera, plus tard, dans la *Revue* l'objet d'un article spécial.

si complexe, les mesures y sont si difficiles, que les conclusions de ces travaux ont eu peu de résultats pratiques applicables en verrerie. En ce qui concerne la composition des verres, l'empirisme est actuellement encore le grand maître [1], et c'est à cet empirisme, c'est-à-dire à l'expérience industrielle, que nous empruntons les indications suivantes, dénuées de toute prétention scientifique.

Les alcalis, *soude* et *potasse*, sont indispensables à la vitrification; ce sont les *fondants*. Non seulement ils augmentent la fusibilité d'un mélange, mais surtout ils accroissent l'étendue du palier de fusibilité, partant les qualités de travail du verre. Il n'y a pas, à cet égard, de différence marquée entre les deux fondants; le choix entre eux a été le plus souvent imposé, à l'origine des usines, par des conditions économiques; cependant, à poids égal, la soude donne au verre plus de malléabilité, et la potasse plus d'éclat.

La *chaux*, qui existe dans tous les verres, sauf le cristal, donne de la liquidité, ce qui revient à dire qu'elle raccourcit le palier de fusibilité, mais sans abaisser sensiblement le point de fusion. Elle rend par là de grands services, permettant de modifier la malléabilité d'un verre et de lui donner les qualités de travail requises. Le seul écueil de son emploi est la dévitrification, les verres trop calcaires se tachant de cristaux de wollastonite et devenant *galleux*.

La *magnésie*, que l'on rencontre dans tous les verres communs et dans ceux de l'Antiquité, corrige la galle dans les verres trop calcaires; elle est un élément presque indispensable des verres peu alcalins (bouteilles).

La présence d'un grand nombre de bases dans une composition est, en général, un obstacle à la dévitrification et favorise la fusion.

La sensibilité des verres à une très faible variation de composition est le point le plus important à signaler ici, d'autant qu'elle paraît en contradiction avec la variété des compositions : le moindre changement altère la fusibilité, le coefficient de dilatation, l'indice de réfraction, l'élasticité; et, en pratique, des expériences nombreuses nous ont prouvé que la substitution de 1 % de chaux à 1 % de magnésie peut rendre *galleux* un verre précédemment très bon; un accroissement de 1 % de la teneur en silice peut entraîner un autre défaut (*verre zoné*, *cordes*). Il y a plus : en suivant pendant longtemps le travail d'un four dans son ensemble, — composition chimique du verre essayé quotidiennement, fonte, travail des verriers, — nous avons pu constater que, toutes choses égales d'ailleurs, un bon ouvrier apprécie aisément, à la malléabilité de son verre, une différence de 1 % et même moins dans la teneur en silice; s'il ne s'en aperçoit pas, son travail s'en ressentira.

[1] Il convient de faire exception pour les verreries allemandes d'*Iéna* où la Chimie du verre est poussée à un très haut degré de perfection, et, en France, pour la verrerie de M. Appert où la variété des compositions est très grande et très renommée, et pour la Compagnie de Saint-Gobain.

§ 3. — Matières premières de la Verrerie. Formation des mélanges.

Il convient de distinguer, parmi les produits vitrifiables extraits du sol, ceux qui sont *purs*, c'est-à-dire exempts de fer, dont la valeur est souvent élevée, et les sables communs. Le sable de Fontainebleau est le type du sable siliceux pur; il donne lieu à un commerce considérable, et était exporté même aux États-Unis jusqu'à la découverte, dans ce pays privilégié, d'un sable blanc plus pur encore; d'autres sables siliceux se rencontrent soit dans le terrain tertiaire (Pont Sainte-Maxence) ou dans le Jurassique (Sables de Champagne) ou dans les terrains anciens (vallée de la Meuse). La chaux la plus pure est fournie, en général, par la Craie Blanche : toutefois, il existe des calcaires anciens suffisamment purs pour servir à la fabrication des verres à vitres et même des glaces, et les déchets des carrières de marbre (en particulier le marbre blanc de Carrare) fournissent à la verrerie une excellente matière première.

Quant aux sables communs, on en trouve partout; la plupart des verreries à bouteilles les prennent dans leur voisinage immédiat; on peut dire que tout sable est vitrifiable, si on le corrige par une addition convenable soit de silice, soit de chaux : la seule qualité à rechercher est la présence de la magnésie. C'est cette base qui a donné tant d'importance aux Sables de Cuise-La-Motte qui alimentent toutes les verreries à bouteilles du Nord de la France.

Les *fondants* sont les *carbonates*, *sulfates*, et même *chlorures de sodium et potassium*. Ces derniers, bien que volatils à une température inférieure à celle de la fusion du verre, laissent cependant au verre produit plus de la moitié de leur base alcaline. Mais l'abaissement des prix des sulfates et carbonates fait de plus en plus disparaître l'emploi du sel gemme; de nos jours le carbonate de soude anhydre ou sel Solvay et le sulfate neutre de soude obtenu dans le procédé Leblanc se partagent la clientèle de la verrerie. Les progrès de la fabrication des produits chimiques ont, d'ailleurs, eu un retentissement considérable sur l'industrie qui nous occupe, et c'est peut-être dans le procédé Solvay (Schlœsing) et l'immense influence qu'il a eue sur l'industrie chimique, qu'il faut chercher l'une des premières causes de l'essor de la verrerie à vitres et de la glacerie. En tout cas, la question des fon-

dants n'est plus une préoccupation pour les maîtres de verrerie : la régularité et la pureté de ces produits ont fait disparaître bien des défauts de verre et réalisé un grand progrès.

Ces matières étaient autrefois, et sont encore souvent soumises à une préparation destinée à les amener à une finesse de grain permettant un mélange facile; les sables étant tamisés et parfois séchés. Ces précautions, nécessaires lorsque les fusions s'opéraient sur 500 et 600 kilos à la fois, en creuset, sont devenues inutiles avec les grands fours actuels contenant de 100.000 à 400.000 kilos de verre fondu. Pourvu que les matières soient suffisamment bien dosées après des prises d'essai bien faites, de façon que la constance de la composition soit assurée, la dimension des grains de sable et même la présence de pierres assez grosses n'ont aucun inconvénient : la dissolution s'en fait aisément dans le bain de verre fondu, qui devient bien homogène. Signalons à ce sujet l'heureuse tentative de MM. Richarme, qui emploient des fragments de roches feldspathiques concassées en fragments de 3 à 4 centimètres et introduisent ainsi à peu de frais le fondant potassique que ces roches contiennent.

Le mélange des substances vitrifiables se fait, dans les usines, par les moyens les plus simples, disons les plus primitifs : les matières sont pesées dans des boîtes d'un hectolitre, parfois seulement mesurées, puis mélangées à la pelle, en opérant sur des quantités correspondant à 1.000 ou 1.200 kilos de verre. Une telle manutention, qui exige une main-d'œuvre considérable, s'expliquait très bien quand les fusions se faisaient par petites quantités; mais, avec les fours actuels, qui produisent jusqu'à 25.000 kilos de verre par jour, il nous semble qu'il y aurait souvent place pour une installation mécanique, ou, tout au moins, pour une réorganisation des chambres de composition. Suivant les usines, cette réorganisation réaliserait une économie de quatre à dix ouvriers.

§ 4. — Fusion du verre.

La fusion du verre se fait : soit dans de grands creusets en terre réfractaire, ou *pots* (fig. 6), d'une capacité de 400 à 800 kilogrammes de verre, au moyen de *fours à réverbère* (fig. 4 et 5) contenant plusieurs de ces creusets côte à côte et chauffés par chauffage direct ou par le gaz, — soit dans des *bassins*, immenses cuvettes en terre réfractaire contenant de 20.000 à 400.000 kilos de verre fondu et couvrant la totalité de la sole d'un grand four à réverbère, chauffé toujours par combustible gazeux avec récupération de chaleur [1].

Dans chacun de ces deux systèmes le travail peut être périodique ou continu.

La fusion périodique réalise exactement en grand l'expérience qui, au début de ce chapitre, nous a servi à définir le verre : le frittage, la fonte, l'affinage, la braise, s'y font successivement, généralement suivant un cycle de 24 heures.

La fusion continue fait à la fois les quatre opérations au moyen de fours possédant des zones de températures différentes où la matière vitrifiable, passant successivement, parcourt les étapes de la fusion.

De là, les systèmes multiples actuellement en usage et que nous étudierons dans les industries où chacun joue le rôle prépondérant : fours à pots à travail intermittent usités en verrerie à bouteilles et en glacerie ; fours à pots à travail continu qui seront étudiés en cristallerie; fours à bassin à travail continu, le dernier et le plus parfait, auquel nous consacrerons une longue étude en verrerie à vitres.

§ 5. — Travail du verre.

1. *Propriétés fondamentales.* — Les propriétés fondamentales du verre qui donnent la clef, l'explication de ses méthodes de travail, sont la *malléabilité* et la *mauvaise conductibilité*.

Le verre est malléable à une température intermédiaire entre son ramollissement et sa température d'affinage. On pourrait presque dire qu'à une température convenable il est plastique, car le travail de préparation que l'ouvrier lui fait subir avant de le souffler est un véritable pétrissage analogue au pétrissage d'une pâte plastique ; tandis que, dans le cas de l'argile, on cherche à répartir également l'humidité dans un corps où l'eau circule difficilement, dans le cas du verre, il s'agit d'égaliser la température dans un corps mauvais conducteur de la chaleur; d'autre part, tandis que l'argile conserve, au cours d'un travail, la même plasticité, le verre se durcit graduellement en se refroidissant, ce qui évidemment rend le modelage beaucoup plus difficile, et cela d'autant qu'il se fait à bout de bras au bout d'une longue canne.

La malléabilité est très variable avec les verres, c'est-à-dire que l'écart des températures entre lesquelles un verre peut se façonner est plus ou moins grand, suivant la composition ; lorsqu'elle est très restreinte, — c'est le cas du verre à bouteilles, — le travail doit se faire très rapidement, et c'est une des grandes difficultés du métier de

[1] Les lecteurs de la *Revue* connaissent la question du chauffage dans les grands foyers industriels, les fours à réverbère, l'emploi des combustibles gazeux et la récupération de la chaleur. Nous n'avons pas à y revenir ici. Voyez, à ce sujet, dans la *Revue* du 30 juin 1894 (t. V, p. 436) : *Les récents progrès du chauffage dans les grands foyers industriels.*

verrier ; souvent même il est nécessaire de réchauffer plusieurs fois la pièce en travail.

La mauvaise conductibilité rend difficile la répartition égale de la température dans une masse de verre et contrarie la plasticité : elle est la cause de la rupture d'un verre solide, mais encore rouge, quand on le touche avec un corps froid ; elle justifie la simplicité d'outillage des verriers par les difficultés que présente l'emploi des métaux.

Les *outils* du verrier, très simples, en général, sont en bois, en fer et en terre réfractaire ; les premiers se carbonisent au contact du verre rouge, et doivent être renouvelés souvent ; on en prolonge beaucoup la durée en les mouillant d'eau ou les graissant.

Le *fer* se comporte différemment au contact du verre, suivant qu'il est chaud ou froid, et que le verre est solide ou liquide. Le verre liquide adhère au fer rouge, tandis qu'il ne mouille pas le fer froid ; d'où la nécessité de chauffer les outils destinés au cueillage. Si l'on touche avec un fer froid, du verre chaud, mais solidifié, la pièce de verre se fend immédiatement au point de contact, comme si elle était taillée au diamant ; cette propriété est souvent utilisée dans le travail du verre. Enfin, le fer rouge, ou tout corps incandescent *glace*, c'est-à-dire coupe le verre froid.

La *terre réfractaire* est d'un précieux concours pour le moulage du verre, car, étant mauvaise conductrice de la chaleur, elle maintient le verre chaud ; aussi, a-t-elle été longtemps, avec le bois, la seule substance employée pour les moulages, elle est encore très utilisée dans la fabrication actuelle.

2. *Méthode de travail.* — Le travail du verre se fait par deux procédés : le plus ancien, seul usité dans l'Antiquité, le *soufflage*, est encore de beaucoup le plus répandu ; le *moulage* ou *coulage*, qui apparut seulement avec la fabrication des glaces, tend à se développer beaucoup de nos jours.

Le *soufflage* du verre ne s'est pour ainsi dire pas modifié depuis les Égyptiens : il est d'ailleurs tellement connu depuis les dernières expositions (où les verriers Vénitiens montraient à tous leurs procédés qui ne sont plus un secret pour personne) que nous n'avons pas à le décrire ici.

L'outil par excellence du souffleur de verre est la *canne* (fig. 3), qui s'est transmise sans aucune modification à travers les âges et qui est constituée par un tube de fer terminé d'un côté par une embouchure, de l'autre par une pointe renflée ou *mors* qui facilite le cueillage.

Rappelons seulement, pour ne plus avoir à y revenir, que, pour fabriquer une pièce soufflée, l'ouvrier commence par faire rougir le mors de sa canne afin de rendre le verre adhérent ; puis, tournant la canne autour de son axe, il la plonge dans le bain en fusion, et *cueille* une mince couche de verre. Après avoir rafraîchi le manche de son outil, il continue, par des cueillages successifs, à grossir la masse de verre jusqu'à ce qu'elle ait un poids suffisant pour la pièce qu'il a en vue.

Fig. 3. — *Souffleur façonnant une pièce de verrerie à l'extrémité de sa canne.*

Si le cueillage est bien fait, le verre doit être réparti également autour du mors ; il faut alors dégager la canne, c'est-à-dire amener le verre autant que possible à l'extrémité, ce qui se fait au moyen d'une fourche. Alors commence le *paraisonnage*. Cette opération consiste à déterminer par soufflage une petite cavité qui rend le verre plus maniable : l'ouvrier gonfle la pièce par soufflage à la bouche, soutenant son verre sur une plaque de marbre ou sur un moule en bois ou en terre ; ou bien encore, faisant tourner sa canne jusqu'au-dessus de sa tête, il façonne sa pièce de manière à lui donner la forme convenable, combinant l'action de la pesanteur avec le soufflage et la force centrifuge, ou tournant la pièce sur les bras de son banc (fig. 3). C'est un véritable modelage fait à bout de bras sur une substance qu'on ne peut toucher ni approcher et dont la consistance varie sans cesse ; aussi cette opération demande-t-elle beaucoup d'agilité, d'adresse et de précision.

Le *coulage* et le *moulage* sont fondés sur ce principe : lorsqu'un verre très chaud est coulé dans un moule métallique, pourvu que le verre soit bien liquide et que les pièces du moule aient une épaisseur et une masse telles que le métal soit assez chaud pour ne pas faire fendre le verre, assez froid pour ne pas s'y souder, le verre peut se travailler comme une substance plastique.

On désigne sous le nom de *recuit* le réchauffage nécessaire pour permettre le refroidissement lent

qu'il faut accorder à une pièce de verre coulée ou soufflée pour lui donner de la *résistance*. Cette propriété trouve encore son explication dans le défaut de conductibilité du verre ; lorsque le verre est refroidi brusquement, la surface se solidifie, tandis que les couches internes sont encore malléables, et, la croûte solide gênant la dilatation du reste, il en résulte un état de tension des molécules, un équilibre instable que le moindre choc peut détruire. La preuve la plus saisissante de la nécessité du recuit est donnée par les *larmes bataviques*, ces gouttes de verre tombées dans l'eau froide, qui, dès qu'on en casse l'extrémité, se réduisent en poussière avec une force explosive considérable. Le même phénomène se manifeste à un moindre degré sur les pièces mal recuites qui se cassent sous l'influence du moindre choc, du travail de la taille, d'un refroidissement brusque, ou même sans cause apparente. Cela explique le soin très grand que l'on apporte à cette opération, surtout dans le cas de pièces de formes complexes et d'épaisseurs inégales.

Le procédé de *trempe* La Bastie, consistant à plonger le verre rouge dans un bain d'huile, semble en contradiction avec la nécessité du recuit. Peut-être, d'ailleurs, la forme paradoxale de cette découverte a-t-elle un peu contribué à son grand succès, car industriellement elle n'a pas eu grande portée. Nous ne la mentionnons ici que pour constater qu'une très légère tension des couches superficielles d'un verre peut en accroître la résistance et pour mentionner un nouveau procédé découvert par le professeur Schott (d'Iéna), s'inspirant du principe ci-dessus. L'inventeur propose d'avoir deux verres de coefficients de dilatation différents dans deux pots voisins d'un même four, et, en opérant trois cueillages consécutifs, d'enfermer le verre à dilatation élevée entre deux couches de verre à moindre dilatation. Les pièces fabriquées à l'aide d'un tel cueillage pourraient être recuites et cependant garderaient à toute température l'état de tension ; ce serait un verre *trempé-recuit*. Ce procédé, très récent et qui n'a pu faire ses preuves, est du moins fort ingénieux ; il pourra rendre des services pour la fabrication, si difficile, des tubes indicateurs de niveau des chaudières.

Telles sont, esquissées à grands traits, les propriétés générales dont ont principalement à tenir compte les diverses fabrications que, M. G. Guéroult et moi, nous allons décrire. Je laisse mon savant collaborateur et ami commencer cette description, me proposant de la continuer après qu'il aura exposé ce qui a trait à la Cristallerie et à la Gobeleterie.

Emilio Damour,
Chef des Travaux chimiques,
à l'Ecole Supérieure des Mines,
Ancien Ingénieur des Verreries de Folembray.

IV. — Cristallerie [1].

L'analyse chimique a révélé l'existence du plomb dans certains verres très anciens ; mais le cristal proprement dit n'a fait son apparition que dans la seconde moitié du XVIIIe siècle. C'est aux Anglais que revient l'honneur d'avoir découvert cette matière vitreuse, la plus belle, sans contredit, de toutes celles qu'on connaît jusqu'à présent : le cristal, en effet, par son indice de réfraction et sa dispersion, jouit, ainsi que le diamant, de la propriété de décomposer la lumière, ce qui lui donne des feux que n'ont ni le cristal de roche ni les autres verres. Sa découverte est la conséquence de la substitution de la houille au bois dans le chauffage des fours de verrerie. Dès 1635 on commença chez nos voisins à chauffer les fours à la houille : on obtint ainsi un produit plus coloré qui conduisit à soustraire la matière en fusion à l'influence directe de la flamme en recouvrant le creuset d'une calotte ; celui-ci prit alors la forme qu'il a encore aujourd'hui, celle d'une cornue à fond plat et col tronqué (fig. 6). Mais alors le verre ne fondit plus : car la transmission de la chaleur se faisait à travers une paroi ; on fut donc obligé de changer la composition, d'augmenter le fondant (alcali) ; cela donna encore un mauvais résultat, les produits étant de qualité inférieure et très altérables. On eut enfin l'idée d'ajouter de la litharge à la composition : le *flint glass* ou *cristal* était découvert, tous les inconvénients cités disparaissaient, et, ainsi qu'il arrive souvent, le résultat dépassa de beaucoup le but qu'on s'était proposé d'atteindre : car le nouveau produit éclipsait tout ce qu'on avait fait de plus beau jusqu'alors en verre blanc.

On fabriquait couramment le cristal en Angleterre en 1750 ; c'est à cette époque que Dollond fit ses premières expériences sur l'achromatisme. Aujourd'hui les cristalleries sont répandues dans beaucoup de pays.

L'usine de Baccarat n'était encore que verrerie, lorsqu'elle fut achetée vers 1815 par M. d'Artignes, qui la transforma en cristallerie. Achetée en 1823 par MM. Godard et Cie, qui fondèrent la société actuelle, elle n'a cessé de grandir et est devenue, sous l'administration et la direction successives de MM. Godard, Toussaint, Paul Michaut et Adrien Michaut, le plus important établissement du monde pour ce genre de fabrication. — Baccarat compte

[1] Dans ce travail, dont la publication a été autorisée par l'Administration de Baccarat, nous nous sommes efforcé de décrire dans ses grandes lignes la belle industrie du cristal, persuadé qu'on peut être intéressant sans sortir des limites imposées par la discrétion, et sans entrer dans les détails que chaque industriel est en droit de considérer comme sa propriété personnelle. G. Guéroult.

aujourd'hui 2.257 ouvriers et fait de 6 à 7 millions d'affaires par an.

Les autres cristalleries de France sont : à *Pantin*, *Clichy*, *Sèvres* et *Aubervilliers* dans les environs de *Paris*.

La cristallerie de *Pantin* (ancien établissement Monod) est renommée pour ses couleurs, qu'elle a toujours fort bien réussies; c'est à elle qu'on doit l'*aventurine*, dont les Vénitiens avait su garder longtemps le secret de fabrication. On sait que ce verre tient en suspension des cristaux octaédriques de cuivre, qui lui donnent son éclat chatoyant.

A l'Étranger, nous trouvons : *Saint-Louis* (annexé à l'Allemagne après 1870), dont le chiffre d'affaires est de 4.000.000 francs et qui occupe environ 2.100 ouvriers; puis, le *Val Saint-Lambert* en Belgique, établissement considérable où l'on fait le cristal, le verre, le verre à vitres et la bouteille ; en Angleterre, plusieurs cristalleries d'importance secondaire, où les procédés de travail sont différents des nôtres, et pour lesquelles les Trade's Unions sont un obstacle absolu à tout perfectionnement ; aussi ces établissements se voient-ils peu à peu débordés par la concurrence étrangère, que ne gêne aucun droit protecteur à l'entrée en Angleterre. L'Amérique compte aussi plusieurs cristalleries, situées pour la plupart aux environs de Pittsburg.

§ 1. — Composition du Cristal.

1. *Cristal blanc.* — La composition du cristal est simple; elle oscille toujours dans des limites étroites autour des chiffres suivants :

Carbonate de potasse.....	100 kil. (à 80 % de K^2OCO^2)
Minium.....	200 kil.
Silice.....	300 kil.

Ce qui correspond, comme analyse du cristal, à :

Potasse.....	11.0
Oxyde de plomb.....	33.5
Silice.....	55.5
	100.0

On remplace parfois une partie du carbonate de potasse par du nitrate, qui donne plus de fusibilité à la matière, et on ajoute à la composition ci-dessus une quantité de *groisil*, ou déchets de cristal, variant ordinairement de 400 à 900 kil. Enfin, le verre plombeux ayant une tendance à la teinte jaune, tendance accentuée par le peu de fer qu'on ne peut exclure complètement des matières premières, on ajoute une très petite quantité d'oxyde de manganèse ou de nickel qui, en apportant à la masse la teinte complémentaire, donne le blanc parfait. Le nickel, ainsi que le fait remarquer Bontemps dans son excellent traité de verrerie, donne des effets plus fixes que le manganèse, est moins sujet à se réduire ou à s'oxyder; mais, par contre, la correction au manganèse est la plus belle, quand elle est réussie.

a) Groisil. — On voit tout l'intérêt qu'il y a à exclure le plus possible le fer, qui donnerait une teinte jaune verdâtre; aussi est-on obligé d'apporter la plus grande attention aux déchets de cristal ou *groisil* qu'on fait rentrer dans la composition.

Parmi ces groisils se trouvent les morceaux de verre adhérents aux mors de canne, qui enlèvent toujours à cette dernière une pellicule d'oxyde de fer ; ces morceaux sont séparés à la main, par des femmes, dans un atelier spécial, et traités par l'acide chlorhydrique, qui dissout le fer, puis lavés, séchés et renvoyés à la composition. — Cela donne une idée des soins minutieux auxquels est soumise la fabrication du beau cristal.

b) Silice. — On a parfois employé des cailloux blancs ou du quartz qui, étonnés et broyés, fournissaient la silice nécessaire ; on emploie aujourd'hui les sables de Champagne ou de Fontainebleau, qui ont l'avantage de ne contenir que des traces de fer et peu ou point de matières organiques : ces dernières sont, d'ailleurs, éliminées complètement par un lavage suivi de séchage.

c) Minium. — Toute cristallerie un peu importante fabrique elle-même son minium, à cause de l'incertitude que peut présenter la qualité de ce produit dans le commerce. les litharges qui résultent le plus souvent d'opérations métallurgiques pouvant être souillées de métaux étrangers.

Les plombs achetés sont de marque connue et ne doivent surtout pas contenir de cuivre ; ils sont oxydés dans des fours à réverbère, devant l'ouvreau desquels se tient un homme armé d'un râble qui renouvelle continuellement la surface du métal fondu afin de la mettre en contact avec l'oxygène. — Le massicot obtenu dans cette première opération est broyé dans un moulin avec de l'eau dans laquelle il est en suspension, puis envoyé dans une série de caisses, où il se dépose lentement.

On remplit de petites caisses en tôle, appelées *ferrasses*, de cette bouillie d'oxyde de plomb, et on les place dans le four de rougissage. Celui-ci est placé au-dessus du four à réverbère et chauffé par la circulation des gaz brûlés qui s'en échappent. Au bout de deux ou trois jours, le contenu des ferrasses est suroxydé et d'un beau rouge; le produit est alors tamisé finement et encaissé pour les besoins de la consommation.

Il convient de rappeler ici que, les sels de plomb étant des poisons [1], on doit chercher à assainir le plus possible l'atelier où l'on prépare le minium ;

[1] Lire l'étude, si intéressante et si complète, qui a été faite par M. A Gautier, membre de l'Institut, dans son livre : *Le Cuivre et le Plomb dans l'alimentation et l'industrie.* (J. B. Baillière et fils, éditeurs.)

on a pris dans ce but des précautions multiples à Baccarat. La plus grande quantité des poussières est aspirée par un ventilateur, dont une bouche est placée devant chaque appareil.

Il est interdit aux hommes de manger à l'atelier; on les oblige à changer de vêtements en commençant et en quittant le travail, et on leur fait prendre un bain sulfureux tous les 15 jours.

Enfin, la cristallerie de Baccarat, disposant d'un personnel suffisant, s'est arrangée pour que les équipes soient doubles, et que les hommes travaillent alternativement 15 jours au minium et 15 jours comme manœuvres en plein air; cette mesure est considérée comme la plus efficace, et produit d'excellents résultats.

Dans la composition du cristal, on pourrait introduire le plomb bien pur de métaux étrangers, à l'état de protoxyde, litharge ou massicot; l'expérience en a été faite et a donné de bons résultats; mais, d'une part, la suroxydation du massicot n'exige, pour ainsi dire, pas plus de frais; d'autre part, le minium ne contient plus les traces de plomb métallique qu'on trouve dans le massicot, et son excès d'oxygène est une garantie pour la combustion des matières organiques qui peuvent se trouver accidentellement dans la composition, et tendent à faire des réductions.

d) Potasse. — Les potasses employées aujourd'hui proviennent, en majeure partie, de la calcination des résidus de distilleries des départements du Nord. Ces potasses contiennent, outre du carbonate de potasse, des sulfate et chlorure de potassium, dont la présence pourrait être nuisible à la qualité du cristal; une purification est nécessaire : on fait une dissolution concentrée, et on laisse déposer le sulfate moins soluble que le carbonate, ainsi que les matières organiques; on évapore ensuite, jusqu'à consistance pâteuse, le liquide décanté et clair, et on obtient finalement une potasse contenant environ 20 °/₀ d'eau qu'on emploie à cet état, car on a reconnu que cette eau, en se vaporisant, produisait un brassage favorable à l'homogénéité de la matière.

2. *Cristaux colorés.* — Ils représentent une partie excessivement faible de la production d'une cristallerie, et cela se conçoit aisément : c'est, en effet, un non-sens que de donner au cristal des teintes qui lui enlèvent ce qu'il a de plus précieux, — sa transparence, son éclat, — et tendent à en faire l'égal du verre; néanmoins, il est rare qu'on y renonce complètement : les articles d'éclairage et de fantaisie, certaines pièces de service de table, se font parfois en couleurs variées. Les teintes les plus claires sont celles qui échappent le plus à la critique précédente; parmi celles-ci, signalons le *cristal rosé teinté* qu'on fait à Baccarat, dans lequel le bord de la pièce a une couleur rose d'intensité décroissante, tandis que l'autre extrémité reste blanche.

Sans entrer dans la composition détaillée de ces cristaux colorés, disons que la teinte bleu-indigo s'obtient avec l'oxyde de cobalt, le bleu azur avec l'oxyde de cuivre, le vert avec le cuivre et le bichromate de potasse, le jaune avec le soufre ou l'argent, le rouge ou rose avec l'or, le violet avec le manganèse, la couleur dichroïque avec l'urane. — Les cristaux imitant l'opale s'obtiennent avec des phosphates, et ceux encore plus opaques et blancs de lait avec le spath fluor ou la cryolithe.

3. *Cristaux doublés.* — On fait aussi des cristaux doublés, triplés, c'est-à-dire des pièces en cristal blanc recouvertes d'une mince couche de cristal de coloration intense, que, par une opération ultérieure, on peut enlever par places, de façon à figurer des dessins.

§ 2. — Fusion du Cristal.

Les fours chauffés au bois ont été employés en France jusqu'au jour où le prix élevé du bois a fait renoncer à son usage et adopter celui de la houille. Cette période de transformation a duré environ dix ans à Baccarat, où le premier four à houille a fonctionné, vers 1866, plus d'un siècle, par conséquent, après l'application qui en avait été faite en Angleterre; cela s'explique, d'ailleurs aisément, par ce fait qu'au siècle dernier le bois a manqué aux Anglais, tandis qu'ils avaient la houille en abondance; les cristalleries des Vosges, au contraire, éloignées des gisements houillers, étaient entourées de riches forêts dont les produits n'avaient pas de valeur en raison du manque de moyens de communications.

Les deux derniers systèmes en usage, de fours chauffés au bois, ont été les fours à billettes et ceux du système Siemens, chauffés au gaz de bois, avec récupération de chaleur.

Le four Boetius (fig. 4 et 5) et ses différentes modifications, four Appert, four Regnault, est très usité dans les cristalleries, verreries de gobeleterie, de flaconnage, de fantaisie, etc., etc., bien qu'il ne soit pas irréprochable, surtout en ce qui concerne l'utilisation de la chaleur.

1. *Four Boetius à la houille.* — Le four Boetius a marqué un grand progrès sur les fours à grille avec lesquels on a commencé à utiliser la houille comme combustible; ce four est, en effet, chauffé au moyen d'un gazogène, dont on connaît tous les avantages : régularité de chauffage et meilleure utilisation de la chaleur. Le gazogène, placé dans

le massif même et au-dessous du four proprement dit, est orienté suivant un diamètre du four et supporté par deux grilles G (fig. 4) que sépare un massif réfractaire M, appelé chambre d'air et destiné à l'introduction de l'air secondaire en B. La houille est introduite par les tisards D et répandue en pente jusqu'à la chambre d'air M, recouvrant la grille sur une épaisseur de 1 mètre environ.

Le gaz produit monte directement dans le four par le couloir vertical O, auquel aboutissent les carneaux CC qui amènent l'air secondaire chauffé : celui-ci est introduit dans le four en B, ouverture munie d'un registre réglable à volonté : de là il pénètre dans la chambre d'air, puis dans deux grands carneaux verticaux EE, fig. 5 qui enveloppent les gazogènes, et enfin dans les carneaux horizontaux CC, par lesquels il vient se mélanger au courant du gaz.

Le départ des gaz brûlés se fait à la base F des cheminées situées dans les piliers qui séparent chaque pot, de sorte que chaque pot est entièrement enveloppé par la flamme avant l'expulsion des gaz brûlés.

Le décrassage se fait par le dessous des grilles, où un homme armé d'une pince fait tomber les mâchefers en excès ; il a soin toutefois d'en maintenir sur les barreaux une assez grande épaisseur 0 m. 30 environ, qui joue le rôle de grille artificielle et divise mieux l'air introduit.

On tise et on décrasse alternativement d'un côté et de l'autre, à une heure d'intervalle généralement. Pour tiser, on commence par piquer le combustible par le tisard, puis on le repousse à l'aide d'un râble au pied de la grille et on rebouche le tisard avec de la houille fraîche. On voit donc que le four Boetius est un four à 3 étages : la partie supérieure S, S, S constitue le four proprement dit ; c'est à ce niveau que se trouvent les pots T, T et la halle de travail du verre P (fig. 4) ; dans la partie intermédiaire se trouvent les tisards D par lesquels on enfourne le combustible ; le décrassage des grilles se fait, enfin, par la cave P″, qui constitue le niveau inférieur du four.

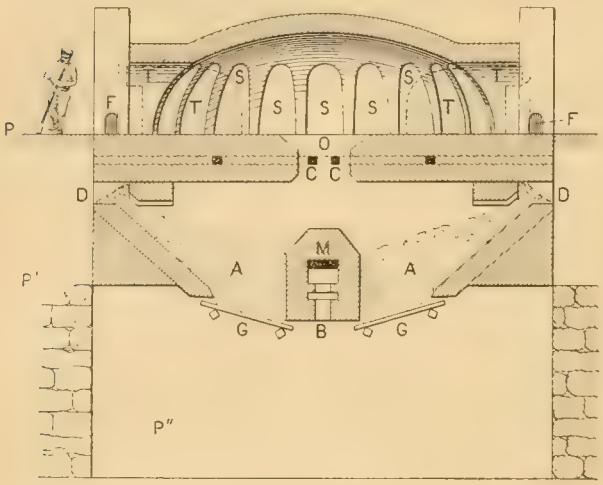


Fig. 4.

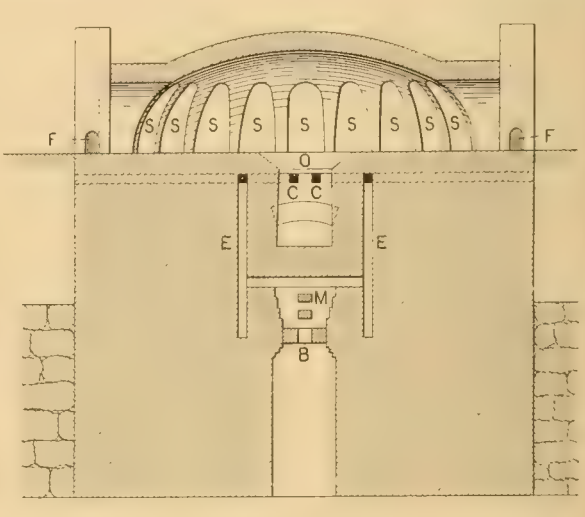


Fig. 5.

Fig. 4. — *Four Boetius à 20 pots.* — Le four proprement dit, où s'opère, dans des pots, la fusion du cristal, présente la forme d'un dôme, avec ouvertures latérales en forme d'arcades S,S,S, destinées à recevoir les cols des *pots* T, T. Ces cols bouchent presque complètement les arcades. — Cette figure est une coupe verticale suivant l'axe des gazogènes. Dans cette coupe, on a représenté en pointillé les deux pots TT qui se trouvent dans les deux arcades opposées, suivant l'axe desquelles est faite la coupe. — B, entrée de l'air secondaire ; M, chambre d'air ; A, combustible ; G, grille ; D, tisards pour le chargement de la houille ; CC, carneaux d'arrivée de l'air secondaire chauffé ; O, entrée dans le four, du mélange d'air et de gaz ; FF, cheminées, départ des gaz brûlés ; P, plancher de la halle de travail ; P', étage pour le chargement de la houille ; P″, cave dans laquelle on fait le décrassage.

Fig. 5. — *Coupe par l'axe perpendiculaire à celui des deux gazogènes.* Dans cette coupe on n'a pas représenté les pots ; chacune des arcades SS en reçoit un, qui la bouche presque complètement. — B, entrée de l'air secondaire ; M, chambre d'air ; EE, carneaux verticaux enveloppant les gazogènes, et parcourus par l'air secondaire. O, entrée, dans le four, du mélange d'air et de gaz ; FF, cheminées.

On voit que la récupération est très faible, pour ainsi dire nulle : car la chaleur donnée à l'air est empruntée au four lui-même et au foyer, dont les parois sont ainsi rafraîchies ; quant aux gaz brûlés, ils vont directement à la cheminée, leur chaleur est perdue.

C'est donc, à première vue, un système assez barbare ; en réalité, ce four donne une fusion régulière et a une longue durée en raison du rafraîchissement que subissent les parois les plus exposées à la chaleur. Ajoutons, d'ailleurs, que la matière mise en œuvre a une telle valeur, surtout en ce qui concerne le cristal, qu'il suffirait de quelques fontes manquées pour faire perdre le bénéfice d'une économie de houille réalisée pendant une longue période de temps à l'aide d'un système plus perfectionné ; la partie à jouer est assez grosse

pour faire hésiter à entreprendre un essai.

M. Appert a pris un brevet de perfectionnement du four Boetius et a garni de chicanes les carneaux verticaux qui enveloppent les gazogènes, afin que, par une plus grande circulation, l'air puisse s'échauffer davantage.

M. Regnault a enfin remplacé les deux grilles du four Boetius par une grille unique, ce qui ne semble pas, au premier abord, un grand perfectionnement : il paraît néanmoins que la construction de ce four est un peu plus économique.

Dans les trois systèmes de fours précédents, la régularité du chauffage et la consommation de combustible seraient à peu près les mêmes, au dire des verriers qui les ont pratiqués.

2. *Creusets.* — Les creusets ou pots employés sont couverts, afin de préserver la matière en fusion du contact des gaz réducteurs et des poussières entraînées, qui pourraient communiquer au cristal une teinte désagréable (fig. 6). Une grande cristallerie, sise aujourd'hui en Allemagne, a longtemps fondu à pots découverts dans des fours Siemens : la fusion était, paraît-il, régulière ; mais il faut reconnaître que, quoi qu'on ait dit au moment où cette application a été faite, les produits de cet établissement n'ont jamais eu la blancheur de ceux obtenus par le système des fours à pots couverts.

Fig. 6. — *Spécimens des pots de terre réfractaire employés en verrerie et en cristallerie.*

L'adoption des pots couverts a considérablement augmenté le temps nécessaire à la fusion : celle-ci, avec les pots découverts chauffés au bois, ne durait pas plus de 11 à 12 heures, ce qui permettait de travailler tous les jours les pots fondus pendant la nuit.

Avec les pots couverts, dont l'usage est répandu dans presque toutes les cristalleries et gobeleteries, la fusion dure bien plus longtemps, et dans les établissements comme Baccarat, Pantin, où il n'y a pas de travail de nuit, les pots ne sont travaillés que le surlendemain de l'enfournement, ce qui nécessite sur un four deux fois plus de pots qu'on n'en travaille par jour. — Un pot étant en travail pendant que le voisin est en fonte, on s'applique à rendre aussi régulière que possible la chaleur du four, et on tend de plus à fondre lentement de grandes quantités de cristal : Saint-Louis a actuellement un four de 24 pots en marche.

L'atelier de fabrication des pots ou creusets est un atelier accessoire des plus importants ; la durée de ces pots, quand elle est trop faible, peut influer sérieusement sur la bonne marche d'une verrerie.

Les précautions à prendre sont de plusieurs sortes : il faut d'abord un bon choix de matières premières, de bonnes terres en un mot, de bons potiers pour la mettre en œuvre, puis une dessiccation graduelle et très prolongée qui permette à toutes les parties du pot de prendre leur retrait sans se fissurer. — Cette fabrication est longue et minutieuse : aucune précaution ne doit être négligée pour arriver à avoir des creusets fondant bien et ayant une grande durée.

§ 3. — Travail du Cristal.

Disons d'abord que les verriers sont organisés par équipes ou *places*, composées d'un *chef* ou ouvrier responsable de son chantier, d'un *premier*, d'un *deuxième* et quelquefois d'un *troisième* souffleur, d'un *carreur*, d'un *cueilleur* et de plusieurs *gamins* de force et d'âge différents ; chaque *place* travaille sur un pot.

Pour étudier les différents genres de fabrication, nous décrirons les types suivants : pièces ouvertes au feu, pièces fabriquées à calotte, pièces moulées à la presse, pièces pistonnées dans un moule ou soufflées à l'air comprimé.

1. *Pièces ouvertes au feu.* — Les pièces ouvertes au feu, verres, coupes, carafes, représentent le vieux procédé de fabrication, encore usité aujourd'hui, mais qui tend de plus en plus à disparaître pour faire place au procédé à calotte, que nous décrirons ensuite. Suivons, par exemple, la fabrication d'un verre ouvert au feu (fig. 15, 16 et 17) : le cueilleur plonge sa canne dans le pot et en retire la masse de cristal qui doit constituer la paraison ou coupe du verre ; puis il façonne cette paraison.

Il passe la canne au carreur, qui dilate encore la masse de verre et lui donne extérieurement avec ses fers la forme (fig. 7) que doit avoir la coupe du verre. Le carreur passe alors la canne au premier souffleur chargé d'attacher la jambe. A cet effet, un gamin va cueillir au bout d'un ferret la masse de cristal nécessaire et vient la coller sur le

fond de la coupe (fig. 8). Le premier souffleur coupe avec ses ciseaux la quantité de cristal nécessaire et donne avec ses fers la forme voulue à la jambe (fig. 9). Puis il passe la canne au deuxième souffleur qui, en se faisant apporter de même du cristal par un gamin, façonne le pied au moyen de ses fers et en écrasant la masse contre une planche (fig. 10). Ces trois formes successives données à la paraison, à la jambe et au pied, s'obtiennent en faisant rouler la canne sur les bardelles. Le deuxième souffleur passe la canne à l'ouvreur : un gamin s'approche muni d'un pontil, tringle de fer garnie de verre mi-pâteux à l'extrémité, et le colle sous le pied du verre ; puis, appliquant un fer mouillé et donnant une secousse, l'ouvreur sépare la canne du verre, lequel reste attaché au pontil (fig. 11). Un gamin s'empare alors du pontil, chauffe les bords du verre pour les ramollir (fig. 12) et rapporte celui-ci à l'ouvreur, qui les rogne avec des ciseaux pour supprimer tout ce qu'il y a en trop. Le gamin réchauffe encore et rapporte le pontil à l'ouvreur, lequel, à l'aide d'une pince à bouts de bois, donne la forme définitive au verre (fig. 13); puis, à l'aide d'une goutte d'eau, il détache le pontil du verre, qui est porté à l'arche à recuire.

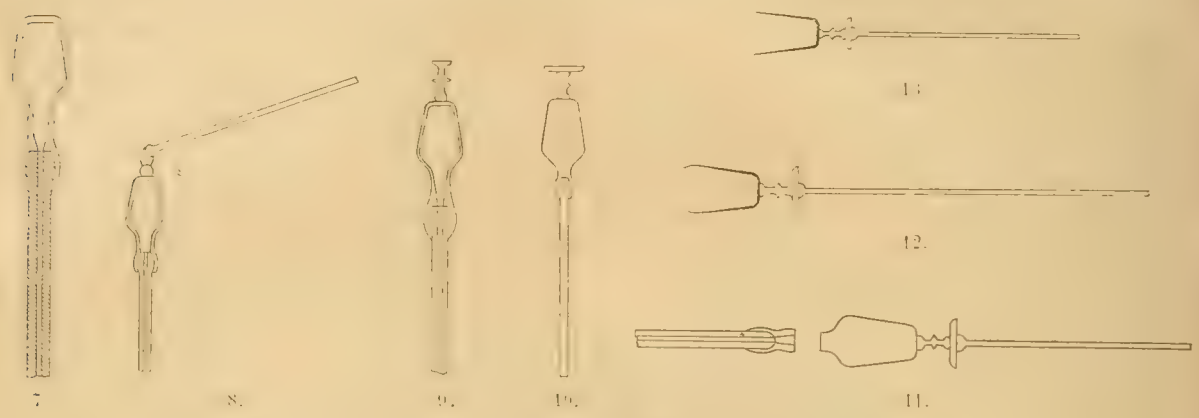


Fig. 7 à 13. — *Phases successives du travail d'une pièce ouverte au feu.*

Les arches à recuire employées en cristallerie (fig. 14) ont la forme d'un couloir long de 8 à 12 mètres, à une extrémité duquel est placé un foyer chauffé au coke; ce couloir est garni dans sa longueur de deux rails sur lesquels glissent des boîtes en tôle, appelées *ferrasses*, accrochées les unes aux autres ; c'est dans la ferrasse la plus rapprochée du foyer que sont apportées les pièces sortant des mains du verrier; quand la ferrasse est pleine, le train avance, et une ferrasse vide vient remplacer la précédente. La durée du séjour dans l'arche varie de 2 heures à 10 heures, suivant l'épaisseur des pièces et la rapidité du travail. — Nos figures 15, 16 et 17 reproduisent des photographies d'ateliers où l'on voit les ouvriers occupés à la fabrication de pièces ouvertes au feu.

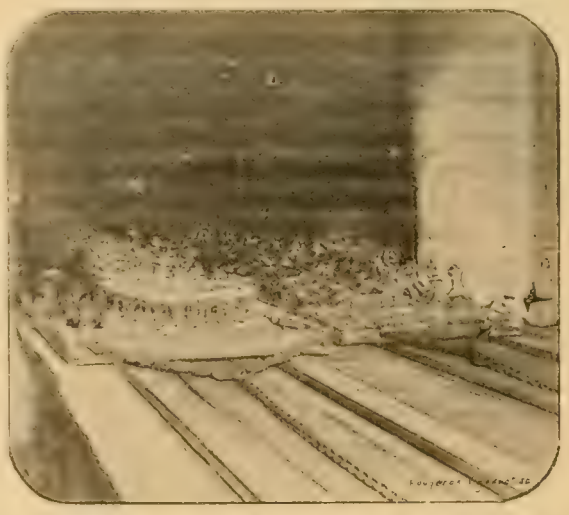


Fig. 14. — *Intérieur d'un couloir d'arche à recuire le cristal ou le verre.* — On voit deux ferrasses chargées de verres, glissant sur les rails et tirées par des chaînes qui les éloignent du foyer.

2. *Pièces fabriquées à calotte.* — Ce procédé (fig. 19 et 20), appliqué pour la première fois à Baccarat vers 1866, a causé une véritable révolution dans l'industrie du cristal.

La paraison est soufflée et carrée, non plus à la main et avec les fers, comme tout à l'heure, mais dans un *moule* en bois ou en fonte, afin que les coupes soient bien toutes semblables entre elle. La jambe et le pied sont attachés comme précédemment; mais, aussitôt après la confection du pied, le verre, au lieu d'être attaché au pontil, est détaché de la canne et envoyé à recuire. Après recuisson, le verre est posé sur une tournette (fig. 18), tandis qu'un chalumeau *a*, alimenté par du gaz d'éclairage, chauffe la circonférence suivant laquelle la calotte doit se détacher; l'application d'un corps froid suffit alors pour obtenir ce résultat. Le verre est

ensuite *flotté*, c'est-à-dire usé avec des pierres en grès, puis *rebrûlé*. Cette dernière opération est nécessaire pour fondre le bord du verre et lui donner l'aspect d'un verre fabriqué au four.

Fig. 15. — *Fabrication d'une carafe ouverte au feu.* — L'ouvrier de droite prépare sa paraison. Celui qui est debout au milieu souffle la carafe dans un moule situé en contre-bas et ouvert par le gamin dont on voit le buste. L'ouvrier assis à gauche (chef de place) ouvre le col de la carafe et en façonne le chapeau.

En résumé, la dernière opération du procédé précédent a été remplacée par plusieurs autres dont la complication n'est qu'apparente et au moyen desquelles la production d'une place de verriers a été considérablement augmentée. Cela a été, nous le répétons, un très grand progrès, le plus grand peut-être qui ait été réalisé dans cette industrie. — Nos figures 19 et 20 reproduisent des

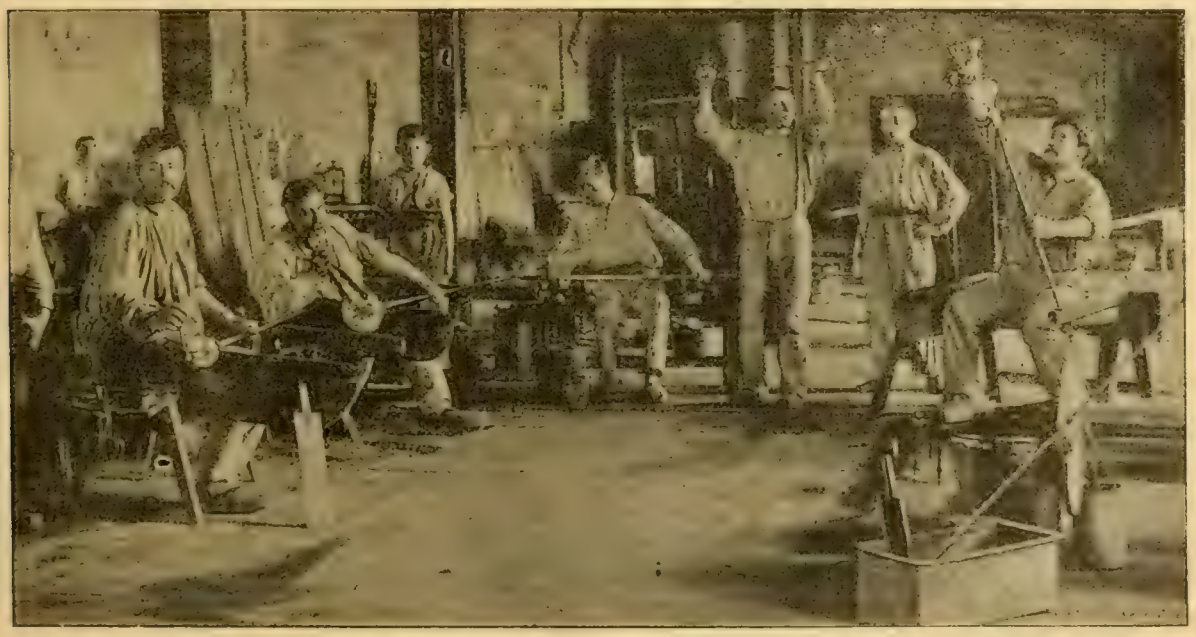


Fig. 16. — *Travail d'une coupe de cristal ouverte au feu.* — L'ouvrier placé à gauche de la figure et au premier plan, 1er *souffleur*, mesure avec un compas la jambe qu'il vient d'attacher après la paraison (2e *opération*) ; l'ouvrier placé au 2e plan, en suivant, (*chef de place*), ouvre la coupe avec ses lames de bois, et la termine (4e *opération*) ; l'ouvrier assis au fond et au milieu de la figure (*carreur*) façonne la paraison (1re *opération*) ; l'ouvrier placé à droite de la figure et assis (2e *souffleur*) attache le pied de la coupe en le façonnant avec du cristal que lui apporte un gamin (3e *opération*).

photographies montrant deux places de verriers fabriquant des pièces à calottes.

Fig. 17. — *Travail d'une pièce d'assortiment* (broc à anse). — Le verrier assis à droite façonne sa paraison; celui qui est debout à droite attache le pied du broc; celui qui est debout à gauche vient d'attacher l'anse et la rectifie.

3. *Pièces moulées à la presse.* — Le cristal, en raison de sa viscosité, se prête à reproduire les formes d'un moule dans lequel on le verse et le comprime à la presse (fig. 21); de là la production d'objets très variés, qui constitue une véritable industrie à part, industrie qui, disons-le, n'a de commun avec le métier de verrier que le fait d'employer la même substance, et n'exige pas cette habileté si grande à laquelle arrive un ouvrier qui manie la canne. Une des difficultés pour le verrier qui travaille la moulure, consiste à apprécier exactement la quantité de verre nécessaire pour obtenir la pièce qu'il fabrique. Cette pièce, en sortant du moule, est attachée au pontil et rebrûlée, c'est-à-dire refondue superficiellement, afin de niveler par la fusion les légères aspérités de la surface qui a touché le métal du moule. — La moulure a pris une grande extension et est devenue une branche importante de la fabrication. A l'œil elle se distingue de la taille, que nous décrirons plus loin, en ce que les angles vifs sont toujours arrondis.

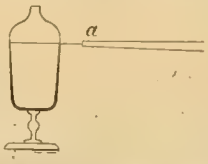


Fig. 18. — *Décollage de la partie supérieure d'une pièce de cristal.*

On ne peut fabriquer par ce procédé que des pièces ouvertes, c'est-à-dire telles que le noyau ou piston qui presse le cristal contre les parois du moule puisse entrer et sortir de celui-ci (fig. 21).

4. *Pièces pistonnées ou moulées par l'air comprimé.* — Ce procédé n'est appliqué que pour les pièces fermées, flacons, carafes, boules. Le verrier cueille du cristal avec sa canne, et commence à dilater la masse en soufflant avec la bouche, puis il in-

Fig. 19. — *Fabrication d'un verre à calotte.* — A droite sont groupés les deux *carreurs* et les deux *cueilleurs;* les quatre verriers assis forment deux chantiers; le premier, à gauche, attache le pied et le façonne; celui qui est placé immédiatement derrière lui est en train de couper, avec ses ciseaux, le cristal destiné à faire la jambe, que lui apporte un gamin; les deux autres font le même travail.

troduit la boule ainsi préparée dans un moule en fonte, portant en creux les reliefs qui doivent exister sur la pièce et *vice versa*, — deux moyens s'offrant alors pour achever la pièce : le piston Robinet et l'air comprimé.

parler, ce procédé est encore en usage aujourd'hui ; car, pour certaines pièces où il ne faut pas comprimer trop fort, le verrier sent avec la main la pression qu'il exerce et la modère à volonté, ce qu'il ne peut faire avec l'air comprimé.

Fig. 20. — *Fabrication d'un gobelet à calotte.* — L'ouvrier debout à l'arrière plan et au milieu réchauffe la paraison du gobelet ; l'ouvrier debout à droite au premier plan souffle le gobelet ; à droite de ce dernier, au second plan, le *carreur* marbre son verre ; à gauche et assis au premier plan, le *chef de place* détache le gobelet qui vient d'être fabriqué.

Le *piston Robinet* (fig. 22), inventé vers 1821 par un ouvrier de la cristallerie de Baccarat nommé Robinet, est un cylindre en cuivre ouvert à un bout, dans lequel glisse un piston en bois, percé d'un trou ; un

L'usage de l'*air comprimé* est aujourd'hui répandu dans les verreries, grâce aux travaux de M. Appert. Il est commode, en ce sens qu'il ne donne pas de mal au verrier et qu'on l'amène facilement

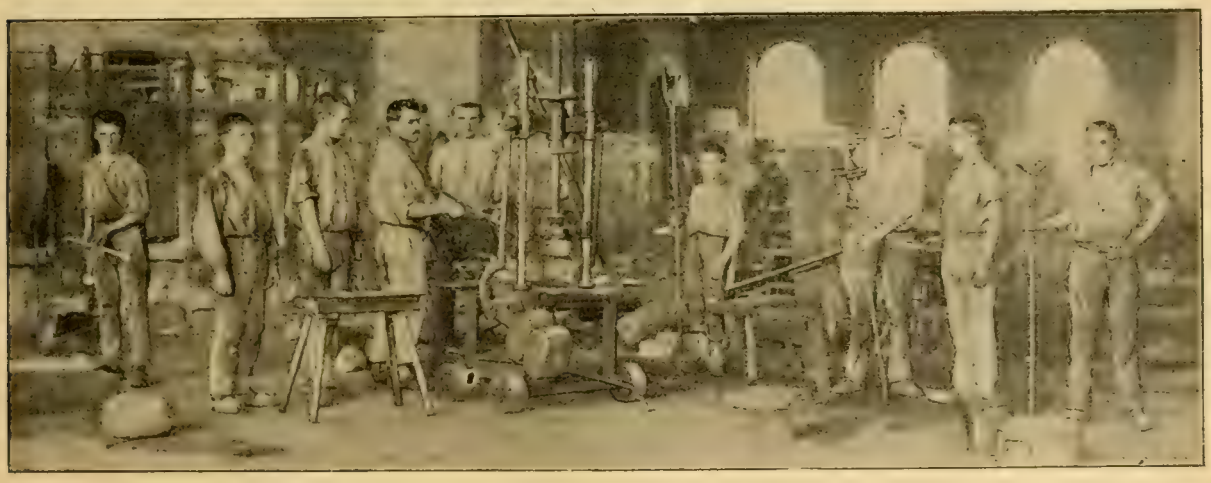


Fig. 21. — *Travail d'une pièce de moulure à la presse.* — Un des ouvriers placés contre la presse tient à la main le feret au bout duquel est attachée la masse de cristal et s'apprête à la couper avec ses ciseaux. L'autre tient le levier de la presse, prêt à l'abaisser pour presser le cristal contenu dans le moule.

ressort à boudin est placé entre le piston et le fond du cylindre ; pour s'en servir, le verrier applique le bout de la canne dans l'ouverture *a* et presse vivement, de sorte que l'air contenu dans l'appareil est injecté avec force dans la pièce à souffler ; malgré l'emploi de l'air comprimé dont nous allons

par une canalisation au point voulu ; mais il est brutal, ce qui a restreint son application à un petit nombre de cas.

Par l'un de ces deux procédés, le verrier achève donc la pièce en comprimant de l'air sous une forte pression qui force le verre à épouser la forme

présentée par le moule : on ouvre celui-ci, et on retire la pièce, qui est détachée de la canne, portée à l'arche, et recuite comme les autres.

On fabrique par le pistonnage des pièces d'éclairage minces pour lesquelles un dépolissage ultérieur fera disparaître les rugosités du moule ; on fait aussi des flacons et carafes de toutes formes, qu'on rebrûle, ainsi qu'il a été dit pour la moulure à la presse. D'une façon générale, ce procédé ne permet pas d'obtenir des reliefs aussi fins et aussi profonds que par la moulure à la presse : car, d'une part, la pression s'exerce beaucoup moins vite, ce qui permet au cristal de se glacer au contact du moule, et, d'autre part, la pression par unité de surface est infiniment moindre. On réussit assez bien les pièces qui ne présentent que des surfaces arrondies et pas d'angles vifs.

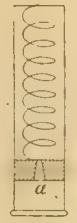


Fig. 22. *Piston Robinet.*

5. *Taille du cristal.* — La taille a pour but de remplacer la forme arrondie de la pièce sortant des mains du verrier, par une série de facettes reliées entre elles par des angles dièdres ou polyèdres. Le cristal n'acquiert sa valeur, ses reflets, et ne décompose la lumière que quand il est taillé : c'est dire que, dans une cristallerie, la taillerie occupera toujours une place importante.

La taille du cristal comporte plusieurs opérations, qui sont : l'*ébauche*, la *taille à la roue de pierre*, le *polissage* et le *passage en potée* (fig. 23).

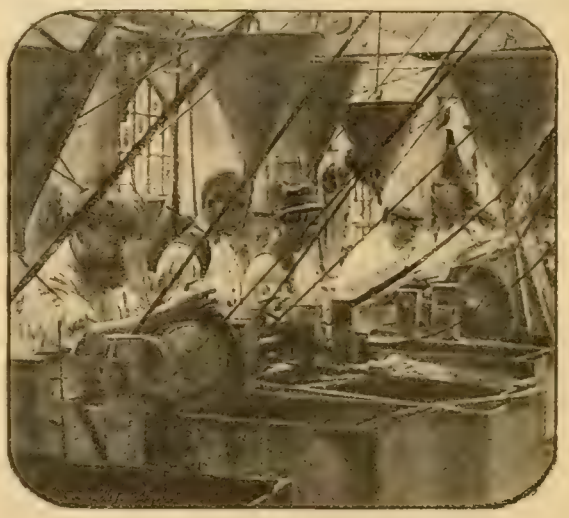


Fig. 23. — *Vue d'une taillerie.* — L'ouvrier de gauche (chef de place) *ébauche* sa pièce avec la roue de fonte sur laquelle coule du sable mélangé d'eau, contenu dans l'entonnoir placé devant lui ; le second procède à la taille avec la roue de pierre ; le troisième, avec une roue de liège imbibée de ponce.

Le chef de la compagnie commence par tracer avec son compas à la surface de la pièce les points de repère qui doivent le guider, suivant le dessin plus ou moins compliqué de la pièce, puis il procède à l'ébauche : devant lui tourne une roue de fonte, plate, ronde ou aiguë, et constamment arrosée d'un mélange de sable et d'eau ; cette roue attaque vite et profondément le cristal, dont la surface est rendue très rugueuse.

Le premier compagnon prend alors cette pièce et repasse avec une roue de pierre dans les traits creusés par la précédente. Après cette opération, la pièce présente les faces et angles vifs qu'elle doit conserver définitivement, mais la surface du cristal est encore laiteuse.

Le second compagnon repasse ensuite dans les traits ainsi creusés avec une roue de liège imbibée de pierre ponce pulvérisée. La pièce devient claire, mais possède encore un éclat bleuâtre. On l'achève alors en la passant contre une roue de liège imbibée d'un mélange d'eau et de potée d'étain [1]. Après cette opération, quand elle est bien faite, le cristal prend un éclat tout-à-fait remarquable.

On peut dire que la taille est la plus belle et la véritable décoration du cristal ; sans elle, le cristal, à la vue, ne se distingue pas sensiblement du beau verre blanc qu'on sait faire aujourd'hui, et cela se comprend, puisque l'indice de réfraction et la dispersion, qui font sa supériorité, passent presque inaperçus dans une pièce unie.

6. *Gravure à la roue.* — Ce genre de décoration, qui se fait comme la taille, mais avec des roues extrêmement petites, a pour but de reproduire à la surface d'une pièce un sujet de dessin quelconque. Le graveur peut obtenir tous les degrés d'opacité, depuis le mat jusqu'au clair, en mouillant sa roue de cuivre avec un mélange d'huile et d'émeri ou de pierre ponce, de sorte que, sous une main habile, toutes les demi-teintes du dessin apparaissent par transparence. Il y a là un véritable travail artistique qui dépend du talent de l'ouvrier, et fait parfois monter à de hauts prix des pièces d'une exécution difficile.

Nous donnons ci-contre (fig. 24 et 25) la reproduction de deux pièces gravées à la roue, qui ont figuré à l'Exposition de 1878. On peut dire que la création artistique de ces modèles ne le cède en rien à leur exécution irréprochable.

[1] Rappelons que la potée d'étain (stannate de plomb) est un poison violent qui expose aux accidents saturnins ceux qui l'emploient. Les tailleurs de Baccarat étaient éprouvés comme les autres, lorsqu'en 1891 on eut l'idée de substituer à l'ancienne potée un mélange de :

2 parties d'acide métastannique
1 partie de potée d'étain ordinaire.

Ce mélange polit aussi bien que l'ancienne potée. Depuis ce jour, on n'a plus constaté *aucun* cas d'empoisonnement chez les tailleurs. Voir *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, séance du 7 novembre 1892.

7. *Lustrerie.* — La lustrerie est une des application les plus remarquables de la taille : car c'est vraiment là que la multiplicité des lumières met en valeur l'éclat du cristal : la forme, la composition des pièces, les cristaux blancs ou colorés prêtent à une foule de combinaisons, et, depuis le lustre de 100 francs jusqu'à celui de 20.000 francs, on peut dire qu'il est possible de donner pleine satisfaction à tous les goûts.

8. *Gravure à l'acide.* — Mentionnons aussi, parmi les genres de décorations, la gravure à l'acide fluorhydrique. On sait que cet acide a la propriété d'attaquer les silicates; on obtient, par son action directe, de la gravure claire ou transparente. Si on le dégage, au contraire, lentement d'un fluorure alcalin, la surface du cristal ou du verre est rendue mate, ce qui permet d'obtenir de jolis effets.

Il y a deux genres principaux de gravure à l'acide, qui sont : la *gravure arabe* et la *gravure vénitienne.*

Dans le premier, on recouvre toute la surface de la pièce d'une encre inattaquable à l'acide; puis, à l'aide d'une ou plusieurs pointes, mues par une machine plus ou moins compliquée, on enlève à la surface de la pièce, et par un trait continu, des copeaux qui mettent à nu la surface du cristal. La pièce est ensuite portée dans le bain d'acide et creusée.

Fig. 24. — *Pièce taillée, en gravure polie, ayant figuré à l'Exposition de* 1878.

Pour faire de la gravure vénitienne, on commence par graver à l'acide nitrique, sur une planche d'acier, le dessin qu'on veut reproduire; on encre les creux de la planche et l'on met à nu, au moyen d'une palette, les reliefs de la planche; puis on tire sur papier très mince une épreuve, qui est appliquée sur la pièce à décorer; la surface de celle-ci n'étant en général pas développable, la décalqueuse (ce sont des femmes qui font ce travail) s'arrange de manière que les plis du papier tombent à un endroit qui n'a pas de dessin. Le papier est ensuite enlevé, l'encre adhère contre le verre, et il n'y a plus qu'à raccorder au pinceau les différentes épreuves appliquées sur la pièce; quand celle-ci est sèche, on la porte soit dans le bain de gravure claire, soit dans celui de gravure mate. Après gravure, les pièces sont lavées à l'ammoniaque diluée, qui décompose l'encre restée adhérente ; il ne reste plus qu'à laver et essuyer la pièce.

9. *Dorure et teinture du cristal.* — On peut, après l'achèvement d'une pièce de cristal, en rehausser les effets par la dorure; voici comment on opère : on commence par préparer de l'or à un état de division convenable en mélangeant deux solutions, l'une de chlorure d'or, l'autre d'un réducteur quelconque. L'or précipité, ainsi obtenu, est broyé avec de l'essence de térébenthine et un fondant composé de minium et de borax, puis employé au pinceau : les pièces préparées de la sorte sont recuites dans des moufles chauffés au bois, à une température voisine du ramollissement du cristal; puis elles sont, après refroidissement, brunies avec des brunissoirs en agate ou en hématite. Les effets produits par la dorure sont assez jolis, à condition qu'on l'emploie avec sobriété.

La seule teinture applicable au cristal est la teinture *jaune* ou *ambrée.* Elle nécessite une composition particulière du cristal qui lui sert de support. On adjoint à la composition ordinaire une quantité notable d'acide arsénieux, faute de laquelle la teinture ne prend pas. On applique au pinceau, sur les parties qu'on veut teindre en jaune, un mélange de chlorure d'argent et d'oxyde de fer rouge broyés avec de l'eau, ce dernier destiné simplement à servir de véhicule et à donner à la pâte la consistance voulue pour être employée facilement; puis on passe au moufle comme pour la dorure. Après refroidissement, on brosse la pièce avec de l'eau pour enlever la pâte adhérente. Ce procédé permet d'obtenir toutes les nuances de

jaune, depuis le clair jusqu'au foncé et même jusqu'au brun, suivant la proportion de chlorure d'argent employé, et suivant le degré de chaleur obtenu dans le moufle.

10. *Défauts du cristal. Choix.* — Les pièces fabriquées ou en cours de fabrication peuvent présenter différents défauts, dont les uns tiennent à la matière mise en œuvre et les autres à la main de l'ouvrier ou aux opérations de taille et de décor. Parmi les premiers, citons les *grains*, les *bouillons* et les *fils de crasse*. Les *grains*, ou parties non vitrifiées, proviennent généralement d'une fusion incomplète ; c'est aussi le cas des *bouillons*, dont la cause peut aussi résulter du mauvais cueillage : quant aux *fils de crasse*, on les attribue à la trop grande élévation de température du four ou au mouvement qu'un trop grand nombre de cueillages fait subir au cristal. Notre avis est que la crasse résulte de la combinaison du cristal avec les parois du pot qui le contient.

La perfection des objets livrés à la vente est naturellement en raison directe du soin qui a présidé à leur choix. A Baccarat, la sévérité est très grande sous ce rapport : on ne vend que le premier choix, et les rebuts sont cassés pour retourner à la fonte. C'est un principe dont on n'a jamais voulu s'écarter. Chaque opération étant susceptible de donner des malfaçons, une même pièce est choisie plusieurs fois en cours de fabrication.

11. *Conditions sociales du Travail.* — Dans l'industrie du cristal, à Baccarat, il n'y a pas de travail de nuit; les ouvriers chôment le dimanche; la journée de travail est de 10 heures avec interruption d'une heure pour déjeuner; les salaires sont partie au mois, partie à l'entreprise; les ouvriers sont logés gratuitement et jouissent d'une caisse de retraite pour la vieillesse.

Fig. 25. — *Pièce taillée en gravure polie, ayant figuré à l'Exposition de 1878.*

V. — Gobeleterie, Verreries en verre blanc, Verrerie d'art, industries diverses.

§ 1. — Caractères généraux de ces industries.

Nous étudierons successivement dans ce chapitre une série d'industries très différentes, travaillant par des procédés multiples, employant des verres de toutes compositions, blancs ou colorés par des oxydes métalliques, mais qui, toutes, ont des caractères communs, les séparant nettement des grandes industries verrières : bouteille, verre à vitres et glacerie. — Ces industries sont exploitées, sauf quelques rares exceptions, dans des usines d'importance moyenne, parfois dans de petites usines : elles emploient un personnel verrier plus habile, plus artiste même, habitué à varier beaucoup sa fabrication. Elles font usage de verres très fusibles, riches en alcalis, et n'emploient à la composition que des matières pures, additionnées encore de décolorants : manganèse ou acide arsénieux [1]

1. — *Composition du verre.* — Le verre employé en gobeleterie, flaconnage, etc... est un silicate de soude et de chaux; les proportions de matières sont les suivantes :

Sable	100
Calcaire	22 à 25
Carbonate de soude	32 à 38
Nitrate de soude	3 à 5

On y ajoute comme fondant de l'arsenic, du régule d'antimoine ou de l'oxyde d'antimoine, en proportion variant avec la température du four. On emploie comme *décolorant*, c'est-à-dire pour compen-

[1] On désigne en verrerie sous le nom de *verre blanc*, un verre qui, vu par la tranche, ne présente pas la coloration vert pâle due à l'oxyde de fer. Un tel verre est toujours décoloré par addition d'oxydes.

ser la coloration vert pâle due à l'oxyde de fer, le bioxyde de manganèse, quelquefois associé à une trace de cobalt, et l'on joint à la composition ci-dessus une certaine quantité de *groisils* achetés au-dehors ou provenant des déchets de la fabrication : lorsque la verrerie se trouve aux portes de Paris, elle achète les verres cassés provenant des résidus de la grande ville et les paie suivant le cours ; lorsque le verre cassé coûte moins cher que la composition, on en ajoute jusqu'à 160 kilos pour 100 kilos de sable ; dans le cas contraire, on n'en ajoute que 80.

Nous donnons ci-dessous la composition en usage à la verrerie de M. Legras, à Saint-Denis, et celle de la verrerie de flaconnage de M. Scobard, au Vieux Rouen :

	VERRERIE DE SAINT-DENIS	VERRERIE DU VIEUX ROUEN
Sable	100 k.	100 k.
Calcaire	18 à 22	25
Nitre	3 à 5	3 à 4
Soude	40	30
Arsenic	0.100	»
Manganèse	0.100 à 0.120	0.150
Régule d'antimoine	»	0.200

Parmi les verreries qui font de la couleur, celle de Saint-Denis est une des plus renommées : les jaunes sont bien francs, et les pièces en doublure rose à l'or nous ont paru particulièrement belles.

2. — *Fusion du verre. Fours.* — Les fours employés par les industries qui se rattachent à ce chapitre sont du système Bœtius, Appert ou Regnault : ce dernier semble jouir en ce moment d'une faveur spéciale, surtout dans les verreries des environs de Paris, et nous croyons que ce succès tient, pour beaucoup, au soin qu'apporte M. Regnault à la construction et à la mise en feu de ses appareils, car les trois systèmes ne présentent que des différences de détail insignifiantes, et la consommation de combustible, par tonne de verre fondu, y est à peu près la même, au dire des maîtres de verrerie qui les ont successivement appliqués.

La durée de la fonte varie de 16 à 24 heures, suivant l'organisation du travail; les pots ont la même forme que ceux employés en cristallerie et contiennent de 600 à 700 kilos de verre.

3. — *Conditions générales du Travail. Salaires.* — Le travail de nuit est encore usité dans certaines verreries ; toutefois cette pratique, fâcheuse à plus d'un point de vue, tend à disparaître.

A la verrerie de Saint-Denis, la première équipe travaille de 6 heures du matin à 11 heures, et de 6 heures du soir à 11 heures ; — la deuxième, de midi à 5 heures, et de minuit à 5 heures.

Cette reprise du travail, deux fois par 24 heures, est considérée comme nécessaire pour résister à la fatigue résultant de la manipulation de grosses pièces.

A la cristallerie de Pantin, on travaille également la nuit; par contre, à la verrerie voisine, de M. Vidie, on a supprimé le travail de nuit.

Les verriers des environs de Paris sont généralement payés à la journée; l'infériorité de ce mode de paiement est, cependant, chose bien reconnue aujourd'hui. A Saint-Denis, pourtant, la gobeleterie est tarifée.

§ 2. — Gobeleterie proprement dite.

Une des branches les plus importantes de la gobeleterie est la fabrication des verres à pied, gobelets, employés dans les restaurants, cafés, débits de boissons, etc. : c'est un gros débouché, comme on le voit; néanmoins, cette industrie souffre aujourd'hui de la pléthore, mal commun à bien des branches de l'activité humaine.

Après la guerre de 1870, plusieurs verreries de la région de l'Est, Vallerysthal, Meisenthal furent annexées : les droits d'entrée empêchant l'importation de leurs produits en France, les anciennes verreries de la région, *Portieux*, *Nancy*, *Vanne* et *Châtel*, *Clairey*, *Vierzon*, *Bar-sur-Seine*, etc., etc., se développèrent beaucoup, de sorte qu'aujourd'hui la production dépasse la consommation ; la situation est devenue difficile, les prix menacent de s'avilir, et, pour remédier à cet état de choses, les verreries de gobeleterie viennent de s'entendre pour restreindre leur production en ce qui concerne les gobelets avec ou sans pieds et les pots à confiture: c'est un syndicat analogue à celui qui est en vigueur depuis deux ans chez les faïenciers. Le remède nous paraît plus théorique que pratique, en ce qui concerne la verrerie, car les établissements sont si nombreux que le contrôle doit être bien difficile : ce remède a, d'ailleurs, des conséquences économiques très fâcheuses, qui seront étudiées à propos de la verrerie à bouteilles.

Le travail de la gobeleterie est à peu près le même que celui du cristal ; toutefois les usages auxquels celle-ci est destinée et les qualités de résistance que les pièces doivent présenter entraînent certaines modifications dont nous allons maintenant parler.

1. *Articles de limonadiers.* — Les verres destinés aux débits de boissons, aux limonadiers, doivent être, en raison de leur manipulation fréquente, d'une grande solidité; toutes les parties d'un tel verre sont donc épaisses, à l'exception du bord, que le débitant désire mince, aussi bien pour la commodité que pour la contenance apparente du verre ; certains vont même jusqu'à rechercher une forme

destinée à faire illusion sur la quantité d'absinthe versée (fig. 26), résultat excellent, en somme, quoiqu'obtenu par des efforts dont la morale n'était évidemment pas le but. Pour toutes ces raisons, cette catégorie de verres ne peut être qu'ouverte au feu : le verrier, avant de rogner avec ses ciseaux, étire le verre, qui s'amincit sur les bords, en conservant sa force dans le bas, puis le verrier réchauffe la pièce à l'ouvreau et lui donne la forme définitive.

Nous mentionnerons aussi la fabrication du siphon d'eau de Seltz, dont la confection doit être soignée, à cause de la pression qu'il supporte et du calibrage très exact du col, qui doit recevoir la fermeture métallique ; ce genre de fabrication est partagé entre la verrerie de *Pantin* et celle de *Saint-Ouen*, aux environs de Paris.

2. *Gobeleterie de restaurants.* — La gobeleterie destinée aux restaurants est généralement beaucoup plus mince : là, en effet, la solidité exigée n'est plus aussi grande et le trompe-l'œil devient inutile. Ces verres sont généralement ouverts au feu comme les précédents ; quelques verreries, parmi lesquelles nous citerons celle de M. Daum à *Nancy*, celle de M. Legras à *Saint-Denis*, et celle de M. Houdaille à *Choisy-le-Roy*, ont installé le coupage au gaz, ou *décalottage ;* mais une petite partie seulement de leur fabrication est faite par ce procédé [1].

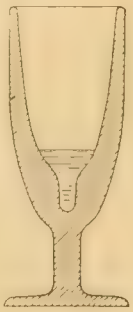


Fig. 26.

Le choix des articles de gobeleterie est nécessairement bien plus large qu'en cristallerie, car le bas prix auquel ils se vendent, ne permet pas de supporter une forte casse.

Toutes les pièces fabriquées par le verrier, sont aussitôt transportées par un gamin dans une arche à recuire, semblable à celles dont on se sert pour le cristal ; toutefois, le verre étant plus sec et plus cassant que le cristal, les foyers sont chauffés à la houille, dont la flamme, plus longue que celle du coke, reste plus longtemps en contact avec les ferrasses pleines de verres.

§ 3. Verrerie de flaconnage.

La *flaconnerie* constitue une branche très spéciale, représentée par plusieurs établissements situés en *Normandie*, qui font exclusivement les petits flacons pour la parfumerie, la pharmacie et certains comestibles. Cette industrie est remarquable en ce sens que les verriers, faisant toujours des flacons, et souvent de même grandeur et de même forme, acquièrent une grande habileté et surtout une rapidité incroyable [1].

Nous donnons ici, à titre d'exemple d'une industrie très localisée dans le pays de Bray, la description de l'usine du *Vieux-Rouen*, appartenant à M. Scobard, dont le chiffre d'affaires atteint deux cent cinquante à trois cent mille francs par an et qui peut fabriquer annuellement une dizaine de millions de flacons.

Le four employé est du système Regnault à 12 pots contenant 600 kilos de verre. La fonte dure 36 heures ; on ne travaille donc que 6 pots par jour en 10 heures coupées par un repos. Les verriers, au nombre de 75, gamins compris, produisent environ 30.000 flacons par jour. Ceux-ci se vendent, suivant la grosseur, de 2 fr. 50 à 6 francs le cent avec une remise et souvent un transport au lieu d'achat. Voici comment se fait le travail : la *place* se compose d'un chef, de 2 souffleurs et de gamins. Le gamin cueille et apporte la canne à l'un des souffleurs ; devant celui-ci est placé le moule, ouvert et fermé par un autre enfant ; il souffle le flacon, et, avant que le moule soit ouvert, retire vivement la canne afin que la partie qui sort du moule s'allonge en un tube très mince ; il retire le flacon du moule et le détache ; un gamin s'en empare, le saisit par la base dans un pontil à griffe et pose celui-ci sur un support, de façon que le col du flacon pénètre dans un petit ouvreau ménagé dans le four ; il y a déjà deux flacons en train de chauffer à côté de celui-ci : le même gamin prend un de ces deux flacons et l'apporte au chef de place qui, d'un seul coup, à l'aide d'une pince spéciale, fait le chapeau et donne le calibre intérieur et extérieur ; un troisième gamin prend le flacon dégagé du pontil et le porte dans l'arche à recuire.

Inutile de dire que, dans cette fabrication, les pièces ne sont pas choisies au point de vue de la finesse ; la matière ne le comporte pas.

Ajoutons que les verriers ont bonne mine et que leur tenue contraste avec celle des ouvriers de grande ville ; ils sont payés aux pièces et les chefs de place gagnent 250 francs par mois.

La flaconnerie nous paraît être dans une situation florissante ; la demande y est active et l'exportation considérable, en Angleterre principalement. La parfumerie et la pharmacie sont les gros

[1] Les petites verreries ne fabriquent, pour ainsi dire, pas de pièces destinées à être coupées au gaz ; en voici la raison : le verre ouvert au feu est livré à la vente pour ainsi dire en sortant des mains du verrier, tandis que le verre à calotte nécessite trois opérations subséquentes : coupage, usure des bords, rebrûlage, lesquelles, pour être faites d'une façon économique, exigent un outillage spécial et de vastes ateliers ; on conçoit donc que les deux procédés continuent à fonctionner, suivant l'importance des verreries qui les pratiquent.

[1] Rappelons que la Normandie est une des premières régions où on a fabriqué le verre ; l'habileté des verriers normands ne justifierait-elle pas cette opinion qu'il faut plusieurs générations pour former un verrier de talent ?

clients de cette industrie. Cet heureux état de choses nous paraît résulter de plusieurs causes : du développement constant des besoins de la consommation, du bas prix de la main-d'œuvre en Normandie, et enfin des aptitudes toutes spéciales d'agilité que possèdent nos verriers des départements de l'Ouest.

On ne peut évidemment attribuer qu'à ces causes la prospérité des verreries de flaconnage, car les procédés de fabrication n'y ont fait aucun progrès, et, il faut le dire, ne paraissent pas susceptibles d'en faire.

§ 4. — Verrerie de Laboratoire. — Tubes et baguettes, tubes-indicateurs de chaudières.

La verrerie de laboratoire est fabriquée en grande partie aux *environs de Paris*; l'usine de M. Legras en a la spécialité; elle se fait aussi soit dans quelques petites verreries en verre blanc des *Ardennes* et du *Jura*, soit dans le *Lyonnais*.

Malgré les progrès incessants de la chimie et la création de nombreux laboratoires, la consommation française de ballons, cornues, n'atteint pas un chiffre bien élevé, peut être de 60.000 à 80.000 francs par an. Aussi les maîtres de verrerie se désintéressent-ils complètement de cette fabrication, d'autant que beaucoup de laboratoires forment une clientèle exigeante, difficile sur le choix et pas toujours très riche. Quelque réelles et justes que puissent être ces raisons commerciales, on ne peut que regretter très vivement de voir la France si arriérée dans une industrie auxiliaire des sciences, et de penser qu'elle ne peut pas actuellement fabriquer certains verres, les verres peu fusibles et les verres très minces, et qu'elle fait venir de Bohême ou d'Allemagne toute sa verrerie fine, malgré les frais énormes d'emballage et de casse d'objets aussi fragiles.

Nous pensons qu'il serait du devoir de l'industrie et de la science française de faire un sérieux effort dans ce sens et de suivre l'exemple que donne si brillamment la verrerie d'Iéna, dirigée et sans cesse perfectionnée par des industriels, savants et professeurs, tels que Schott et Zeiss [1].

Rien de la sorte n'a été fait en France, et nous n'oserions pas affirmer que les fabricants de verrerie de laboratoire connaissent exactement la composition des verres qu'ils livrent, car beaucoup ajoutent à leurs compositions des déchets de verre dont ils ne savent même pas la provenance !

On distingue, en verrerie de laboratoire, le verre vert et le verre blanc : ce dernier n'est autre que le verre de gobeleterie; le verre vert, aussi blanc que le précédent, mais présentant, vu sur la tranche, la nuance verdâtre, est plus réfractaire et pour cela plus alumineux : il n'est pas décoloré.

Les fours sont les mêmes qu'en gobeleterie, les procédés de travail ne présentent aucune particularité. Il est nécessaire cependant que la paraison soit admirablement bien faite pour obtenir la régularité d'épaisseur indispensable pour la résistance au feu.

Les tubes de laboratoire et de chaudière ont à peu près les mêmes centres de production que la verrerie de laboratoire; aux environs de Paris, c'est M. Guilbert-Martin qui a, à juste titre, la plus grande réputation pour cette difficile fabrication; il fabrique des tubes de tous diamètres depuis les longs tubes indicateurs de niveau [1] jusqu'aux tubes capillaires; c'est à cette usine que se fournit M. Baudin, dont les thermomètres à mercure, donnant la température jusqu'à 450 degrés, ont une réputation universelle, et nous tenons de cet habile constructeur que le tube capillaire de M. Guilbert-Martin lui a, jusqu'ici, donné de meilleurs résultats, pour la fixité du zéro et la régularité de graduation des tiges, que les verres allemands, même ceux d'Iéna. Nous sommes heureux de rendre hommage à cette supériorité.

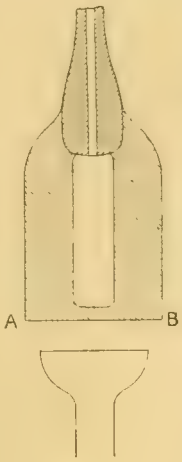


Fig. 27.

Cependant, ici encore, ne peut-on regretter que la question chimique ne soit pas étudiée avec autant de soin qu'elle l'est en Allemagne, surtout en ce qui concerne les verres extra-réfractaires, et que les laboratoires soient obligés de s'adresser à la Bohême.

La confection des tubes est une opération exigeant une extrême habileté : la principale difficulté réside dans la préparation de la paraison, qui doit être parfaitement cylindrique et présenter à peu près la forme qu'indique la figure 27.

Le fond AB (fig. 27), après avoir été trempé dans l'eau, est réchauffé à l'ouvreau, puis collé à un pontil plat couvert de verre fondu. L'ouvrier tenant la canne et le gamin porteur du pontil s'éloignent l'un de l'autre jusqu'à ce que le tube soit arrivé au diamètre voulu.

Il faut à l'ouvrier une très grande habileté,

[1] Ajoutons ici que l'Allemagne nous donne le même exemple pour la porcelaine de Laboratoire avec le professeur Seger, bien connu pour ses travaux sur la porcelaine, et qui est en même temps un industriel.

[1] Il est à remarquer que les tubes de niveau des chaudières doivent être minces; la pratique a démontré qu'ainsi ils résistent le mieux à la pression et aux variations de température qui peuvent se produire.

même lorsqu'on lui apporte une bonne paraison, pour faire un tube bien calibré.

Les tubes de thermomètre à bande d'émail blanc et rouge se font en collant sur la paraison, suivant une génératice, une baguette d'émail rouge, préalablement ramolli, puis en faisant dans le bain d'émail blanc un demi-cueillage couvrant la moitié de la paraison. Le tube s'étire ensuite comme s'il était uni. — On fabrique par le même procédé les tubes de chaudières à bande d'émail (photophores).

§ 5. — Fantaisie et Verrerie d'art.

La verrerie d'art et de fantaisie a pris une grande extension; mais, ici comme dans la gobeleterie, la concurrence a fait baisser considérablement les prix. C'est un genre qui tente le verrier, car le peu de soin apporté à la confection de la pièce, l'absence de choix, la facilité de masquer les défauts, et l'effet produit en fin de compte rendent cette fabrication rémunératrice, malgré le bas prix auquel elle se vend. Nous ne saurions dire que tous les objets sont du meilleur goût, mais enfin ils se vendent, ce qui, pour un industriel, est l'important.

1. *Verrerie artistique commune.* — C'est surtout aux environs de Paris que s'est développée cette industrie. MM. Legras à *Saint-Denis*, dont l'usine compte 6 grands fours à 12 pots, la verrerie de *Pantin* et celle de *Saint-Ouen* donnent une part assez large à la verrerie artistique : environ un tiers de la fabrication de Saint-Denis et un quart à Saint-Ouen et Pantin.

2. *Verrerie d'art proprement dite.* — Nous comprendrons sous ce titre les produits de *Murano*, ceux de *Bohême*, puis les œuvres sorties des ateliers de MM. Gallé et Daum, de *Nancy*.

Le *verre de Venise* a une composition très alcaline qui lui permet de rester malléable longtemps après qu'il a cessé d'être lumineux. Cette circonstance favorise l'éclosion de ces pièces qu'on pourrait appeler les fioritures du verre, pièces qui dénotent souvent plus d'habileté professionnelle que de bon goût. Ce verre est d'ailleurs terne et sans éclat.

Le *verre de Bohême*, par contre, est le plus beau qu'on connaisse après le cristal : il est d'un blanc parfait et les Bohémiens excellent à produire les couleurs, le rubis en particulier, sur lequel ils gravent des sujets qui sont parfois du plus joli effet.

Nancy, enfin, est devenu, depuis quelques années, un centre de production, on pourrait presque dire une *école* de verrerie artistique. On ne peut que louer les œuvres sorties des ateliers de M. Gallé, qui a été le véritable inventeur d'un genre. Chez lui, l'artiste est doublé d'un poète symboliste et reflète bien son époque En effet, de même que telle teinte de son verre est dans le ton de la poésie d'Alfred de Musset, telle autre rend le deuxième acte de *Tannhæuser*. Nous éprouvons quelque peine à suivre M. Gallé dans des comparaisons aussi hardies, mais ne pouvons qu'y retrouver l'imagination d'un véritable artiste. Mentionnons les verreries de M. Daum qui sont, en général, du meilleur goût. Ce sont surtout des vases blancs doublés de couleurs variées. Cette doublure est réservée dans certaines parties de façon à figurer des dessins, tandis que le reste, attaqué à l'acide fluorhydrique, présente une surface givreuse du plus bel effet.

Dans tous ces genres, la dorure et l'argenture sont d'un grand secours et rehaussent la décoration d'une pièce, à condition qu'elles soient appliquées avec sobriété.

§ 6. — Industrie du verre de montre.

Cette industrie semble au premier abord bien peu importante; elle alimente pourtant seize verreries françaises tant en province qu'aux environs de Paris [1]. La plus importante fabrique de verres de montres est celle de M. Picard à *Lunéville*. Les boules employées dans cet établissement, sont fabriquées et découpées chez M. Daum, de Nancy, puis expédiées à Lunéville pour y subir les opérations dont nous allons parler. Les boules doivent avoir une épaisseur bien régulière et leur fabrication exige des soins particuliers.

Une partie des verres de montre est usée sur les bords et livrée directement à la vente pour l'article de jouet et l'usage du laboratoire.

Ceux qui sont destinés au verre de montre proprement dit, subissent d'abord le bombage; cette opération a pour but de replier les bords du verre, de manière à lui donner une flèche suffisante pour le mouvement des aiguilles de la montre. Les ouvriers, au nombre de 10, sont assis, devant un petit moufle chauffé au coke; voici comment opère un bombeur : il coiffe d'un verre de montre B (fig. 28) une forme tournée, en pierre ollaire A, présentant en relief le profil intérieur du verre, et la place dans le moufle. Il la retire un instant après, et, à l'aide d'un tampon creux en papier, appuie sur les bords ramollis du verre pour leur faire épouser la forme du support; il évite de toucher le centre du verre, qui serait marqué. Un bon ouvrier bombeur fait 10 à 15 grosses, suivant le genre des verres, et gagne de 4 à 8 francs par jour, suivant son habileté.

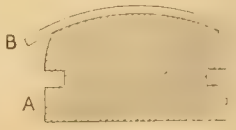


Fig. 28.

[1] Rappelons ici que la sphère énorme soufflée à l'air comprimé, que M. Appert a exposée en 1889, était destinée à cette fabrication.

De là, les verres vont se faire biseauter et mettre au calibre de la lunette de la montre sur des machines construites à cet effet, dont voici le fonctionnement : le verre, monté sur un tour horizontal et fixé en son centre contre une bague de caoutchouc par une petite pompe à faire le vide, se meut rapidement et vient s'user contre une roue en *pierre anglaise* (grès très homogène et très dur), tournant autour d'un axe vertical. Une vis, réglable à volonté, vient buter contre un obstacle fixe, et limite l'usure du verre au diamètre qu'il doit avoir. Dans l'opération suivante, le biseau est poli à la main sur une roue de liège imprégnée de pierre ponce pulvérisée, puis de potée d'étain; chaque verre est ensuite enveloppé séparément. Le prix de vente de la grosse de verres varie de 3 francs à 40 francs, pour des diamètres compris entre 0m,01 et 0m,08 environ.

Fig. 29. — *Production du verre filé.*

§ 7. — Industries secondaires de la Verrerie.

Nous avons, avec la fabrication des verres de montres, touché à ce qu'on peut appeler les industries de seconde main en verrerie; ces industries sont multiples, mais les décrire sortirait du cadre de cette étude, car elles n'appartiennent plus à la grande industrie verrière; il en est, cependant, que nous ne pouvons passer sous silence, soit à cause de leur originalité, soit en raison de leur importance actuelle.

1. *Industrie du bouchage des flacons.* — Cette industrie spéciale, qui travaille principalement pour la parfumerie, et dont on trouve plusieurs établissements à *Paris*, a fort bien compris les ressources respectives du verre et du cristal, et en a tiré parti de la manière la plus avantageuse.

Elle fait exécuter : d'une part, des flacons en verre dans les verreries de Normandie, dont nous avons parlé; d'autre part, des bouchons en cristal, moulés et retaillés, puis ajustés les uns sur les autres : elle profite ainsi du bas prix des flacons en verre, dont elle rehausse la valeur en les coiffant d'un bouchon massif en cristal, qui, grâce à ses feux, donne au tout l'apparence du cristal : cette industrie utilise d'une façon remarquable la qualité dominante de chaque substance : à l'une, elle emprunte l'éclat, et à l'autre ses avantages économiques.

2. *Émaux vitrifiables.* — Ils ont l'importance que prennent chaque jour davantage les émaux dans la petite et même la grande industrie : émaux pour faïences et terre cuite, pour fonte, pour tôle, pour cuivre, pour verre, etc. Beaucoup de ces émaux se fabriquent dans des verreries et sont vendus en poudre ou en baguette aux petits industriels qui en ignorent la composition.

Aux environs de Paris, c'est M. Guilbert-Martin qui a la spécialité de ces émaux; il s'y est acquis une juste réputation : la composition de ces verres est très complexe, ainsi qu'on peut en juger par la formule suivante d'un émail bleu :

SiO^2	PhO	KO	NaO	SnO	
50.4	28	1.7	7	3.5	
CuO	CoO	BoO^3			98.1.
4.5	3	non dosé			

Comme la moindre variation amène des changements très grands dans le coefficient de dilatation et cause des tressaillements, on conçoit l'importance de la fixité des émaux et la réputation des fabricants qui peuvent s'en porter garants.

Les émaux colorés peuvent servir à la confection de fort belles mosaïques, dont on peut admirer un grand spécimen au Panthéon.

Enfin un céramiste-verrier, M. Paul Fargue, a essayé la peinture sur verre avec des émaux fusibles qui, refondus par un chauffage au moufle, donnent des vitraux peints d'un très joli effet.

§ 8. — Applications nouvelles du Verre.

On ne peut faire une étude du verre sans dire quelques mots des applications nouvelles qui en ont été faites.

Nous citerons les tuyaux de verre pour conduites d'eau, les vitres perforées, le verre filé obtenu par traction douce et enroulement continu (fig. 29), les briques de verre.

Le procédé de fabrication des tuyaux en verre est dû à M. Appert, le verrier bien connu. Le principe en est nouveau en ce sens que le moulage s'effectue « *per ascensum* », ce qui permet au verre de rester plus longtemps liquide, tandis que le noyau monte de toute la longueur de la pièce. Ces tubes en verre présentent des qualités de résis-

tance, de légèreté, d'imperméabibilité qui les rendent précieux dans bien des cas. Toutefois, le procédé en question s'est surtout développé pour la fabrication spéciale des caisses d'accumulateurs, qui ont pris aujourd'hui une certaine extension.

La verrerie et l'hygiène sont aussi redevables à M. Appert des vitres perforées, permettant de renouveler lentement l'air d'un appartement.

Les briques creuses en verre soufflé imaginées par M. Falconnier sont une application intéressante des qualités de résistance et de faible diathermanéité du verre. Elles remplacent les matériaux dans la construction des murs, laissent passer la lumière, et arrêtent les rayons calorifiques émanant de l'appartement vers l'extérieur.

Il est facile de voir que la tendance générale de tous les procédés de verrerie est orientée vers la mécanique; c'est, du reste, l'orientation de toute l'industrie : la machine se substitue à la main de l'ouvrier; de là deux conséquences d'importance inégale : l'habileté professionnelle diminue, ce qui, au point de vue tout spécial de l'art, peut être regretté de quelques-uns; mais le prix des objets diminue, ce qui est, au point de vue général, un progrès incontestable.

G. Guéroult,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien Sous-Directeur des Cristalleries de Baccarat.

(La deuxième et dernière partie de cet article traitera du verre à vitres, de la glacerie, du verre à bouteilles et des questions scientifiques et sociales dans les industries du verre.)

591.1 / 612

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

Le 3me Congrès international de Physiologie s'est réuni à Berne du 9 au 13 Septembre 1895. On se rappelle que le premier congrès avait été tenu à Bâle en 1889 et le second à Liège en 1892.

Beaucoup de savants ont un préjugé contre les congrès, spécialement contre les réunions nombreuses comme les congrès internationaux de Médecine, où se rencontrent des centaines, parfois des milliers de personnes. Ils trouvent que les réceptions officielles, les banquets, les discours y absorbent une grande partie du temps, et qu'il en reste trop peu pour le travail sérieux. De plus, la présence d'une forte proportion de non-initiés, de « *philistins* », dames, hommes du monde, exerce une influence regrettable sur le niveau des discussions scientifiques. Le charlatanisme y recueille des lauriers faciles, tandis que la science sérieuse se trouve parfois reléguée au second plan.

Les congrès de spécialistes, tels que ceux de physiologistes, échappent à ces reproches. Les membres de ces congrès sont relativement peu nombreux (140 à Berne); beaucoup se connaissent, tous s'occupent des mêmes questions : d'où plus d'intimité, de cordialité dans les relations.

De plus, comme le Congrès ne publie pas de comptes rendus officiels, le désir de se voir imprimé ne pousse pas les jeunes à y lire de longues dissertations. La suppression d'actes imprimés a précisément été décidée en vue de donner au Congrès de Physiologie un cachet démonstratif et expérimental. Il est entendu qu'on y fera plus d'expériences que de discours.

Le Congrès de Berne a été fidèle à ce programme. Pendant quatre jours, les superbes locaux du *Hallerianum*, le nouvel Institut de Physiologie construit et dirigé par le président du Congrès, le professeur Hugo Kronecker, ont été le théâtre d'expériences aussi nombreuses que variées, exécutées devant les membres du Congrès.

On y a fait des démonstrations se rapportant à presque toutes les questions de Physiologie actuellement à l'ordre du jour, de sorte que je pourrai faire mon compte rendu annuel de Physiologie, rien qu'en passant en revue les travaux des physiologistes réunis à Berne, quitte à introduire par-ci par-là quelques additions ou digressions.

I. — Sang et Lymphe.

Le Congrès de Berne a présenté la même pénurie relative de travaux de Chimie physiologique que ceux de Liège et de Bâle.

Sur la question si intéressante de la coagulation du sang, qui reste toujours à l'ordre du jour, et qui paraît une mine inépuisable de trouvailles intéressantes, on n'a entendu qu'une communication d'Arthus, défendant sa théorie de la coagulation contre les attaques dont elle a été récemment l'objet. On se rappelle qu'Arthus a découvert ce fait extrêmement intéressant que la fibrine est un composé calcique, et que le plasma sanguin perd la faculté de se coaguler lorsqu'on lui enlève au préalable les sels de calcium qu'il contient. Comment concilier ces faits avec la théorie de Schmidt et de Hammarsten, en vertu de laquelle la coagulation du sang est un phénomène de fermentation, dans lequel le fibrinogène du plasma est transformé en fibrine, par l'action d'un ferment qui se forme aux dépens des leucocytes, au moment où le sang sort des vaisseaux et vient en contact avec des corps étrangers?

Les recherches récentes de Pekelharing[1] et d'Halliburton[2] répondent à cette question et établissent le lien qui existe entre les faits découverts par Hammarsten, Schmidt et Arthus.

Pekelharing et Halliburton ont constaté que le ferment de la fibrine est un composé calcique de nucléo-albumine, qui se forme au moment de la coagulation. La nucléo-albumine provient des globules blancs; elle se combine aux sels de calcium du plasma. Au moment de la coagulation, elle cède son calcium au fibrinogène, mais elle régénère le ferment en se combinant aux sels de calcium qui existent toujours en excès dans le plasma.

On sait que Grimaux[3] a réussi à préparer synthétiquement une série de substances colloïdes, présentant une composition analogue à celle des matières albuminoïdes, et fournissant la plupart des réactions caractéristiques de ces matières : Grimaux a obtenu deux de ces colloïdes de synthèse en chauffant respectivement à 125° et 135°, dans des tubes scellés, un mélange de pentachlorure de phosphore avec de l'acide méta-amidobenzoïque. Pickering et Halliburton[4] ont constaté que ces colloïdes amidobenzoïques de synthèse agissaient sur le plasma sanguin comme la nucléo-albumine qui donne naissance au ferment de la fibrine. Injectés en petite quantité dans les veines d'un lapin ou d'un autre animal, ils produisent une abondante coagulation intravasculaire de fibrine.

Citons encore comme se rapportant à la question de la coagulation du sang, la communication de Gley. E. Gley a réussi devant le Congrès une expérience délicate, qui a pleinement mis en lumière ce fait très important, découvert récemment par l'auteur, de la participation du foie à la production de la substance anticoagulante qui se forme dans l'économie lorsqu'on injecte de la peptone dans le sang. En effet, l'injection de peptone perd son activité chez le chien, dès qu'on pratique la ligature des lymphatiques du foie.

On admettait encore, il y a quelques années, que l'une des propriétés caractéristiques des matières albuminoïdes était de fournir des solutions colloïdes, non susceptibles de cristalliser. On savait cependant que la matière rouge du sang artériel, l'oxyhémoglobine, cristallise avec la plus grande facilité, et que certaines graines contiennent en abondance des cristaux qui offrent la composition et les réactions des matières albuminoïdes. Hofmeister est parvenu à faire cristalliser un assez grand nombre de matières albuminoïdes, en faisant agir lentement sur leurs solutions l'action déshydratante de l'alcool. Gürber a montré au Congrès quatre espèces de cristaux d'albumine fournis par le sérum du sang de cheval, traité par le procédé de Hofmeister.

Gamgee a fait sur le spectre de l'hémoglobine et de ses dérivés une démonstration très réussie. Il a projeté le spectre de la lumière électrique sur un écran enduit d'une substance fluorescente, de manière à rendre visible l'ultra-violet. Si l'on vient à interposer sur le trajet des rayons une cuve contenant une solution d'hémoglobine, on observe, outre les raies connues dans la région visible, une bande d'absorption très marquée dans l'ultra-violet. Cette bande appartient à l'hématine.

Jacquet a fait une communication sur l'influence exercée par les bains froids sur le nombre des globules rouges du sang et sur la nutrition.

II. — Circulation.

J'ai exposé ici-même[1] les discussions qu'a soulevées l'interprétation des tracés cardiographiques. On se rappellera que, pour la plupart des auteurs, le tracé cardiographique de la contraction ventriculaire a une forme trapézoïde rappelant le Π grec : ligne d'ascension brusque, plateau plus ou moins ondulé, ligne de descente brusque. Les discussions portaient notamment sur la question de savoir si la clôture des valvules sigmoïdes et le second bruit du cœur correspondent à la ligne de descente du Π (opinion classique de Chauveau et Marey), ou tombent en plein plateau horizontal (Landois, Martius).

La question peut être considérée comme résolue aujourd'hui, grâce à l'emploi de procédés qui permettent de déterminer par des méthodes objectives le moment de la clôture des sigmoïdes, ou celui où se produit le second bruit.

Chauveau a réussi, en effet, à enregistrer le mouvement de clôture des sigmoïdes au moyen d'un explorateur introduit par la carotide jusqu'à l'origine de l'aorte. L'explorateur, que l'on arrête au niveau des valvules sigmoïdes, porte un contact électrique qui s'ouvre et se ferme par le jeu des valvules. Un signal électrique, intercalé dans le circuit de l'explorateur, permet de marquer sur le cylindre enregistreur les moments d'ouverture et de clôture des sigmoïdes, et de constater que la clôture correspond à la branche descendante du Π, tandis que l'ouverture se produit au moment de l'inscription de la branche ascendante du Π.

Quant aux bruits du cœur, ils ont été enregistrés par des procédés fort ingénieux imaginés par Einthoven[2] et par Hürthle.

[1] *Centralblatt für Physiologie*. IX, p. 103.
[2] *Journal of Physiology*, XVIII, p. 306.
[3] *Comptes Rendus*, 1881, 1884; *Bull. Soc. chim.* 1882 à 1886; *C. R. Soc. Biol.* 1884, etc.
[4] *Journal of Physiology.*, XVIII, p. 54 et 285.

[1] *Revue gén. des Sciences*, Revue de Physiologie, 1891, 1892 1893, 1894.
[2] *Revue gén. des Sciences*, 1894, tome V, p. 984.

Hürthle avait déjà présenté au Congrès de Liège un appareil d'un maniement assez compliqué. Il l'a perfectionné et a pu en faire la démonstration à Berne.

Le second bruit du cœur s'enregistre bien au moment où la plume du cardiographe commence à inscrire la branche finale descendante du II.

On sait que cette forme trapézoïde en II du tracé de pression intraventriculaire avait été niée par Frey et Krehl. Ces auteurs prétendaient que si l'on se sert d'un manomètre fonctionnant correctement (c'est-à-dire du manomètre construit par eux), on obtient comme tracé de la systole ventriculaire une colline à sommet plus ou moins aigu.

Contejean[1] a repris la question, en évitant l'emploi de tout intermédiaire pour l'inscription. Il recueille directement sur le papier de l'enregistreur, le jet de sang qui s'échappe d'un tube étroit ouvert aux deux bouts, et communiquant avec l'intérieur du ventricule.

Ce tracé *hémautographique* montre, d'une façon très nette le dessin en forme de II. On sait que le même procédé avait été employé pour démontrer la réalité de l'ondulation dicrote du tracé artériel, dont l'existence avait été contestée.

Bayliss et Starling ont également cherché à obtenir un tracé fidèle des variations de pression qui se déroulent à chaque pulsation à l'intérieur des cavités du cœur. Ils ont employé un manomètre inscripteur où la colonne de liquide en mouvement ne présentait que des dimensions minuscules, à l'abri, par conséquent, du reproche de déformations par inertie.

Les tracés recueillis chez le chien sont presque identiques à ceux que l'auteur de ces lignes a obtenus chez le même animal, et rappellent les tracés classiques pris chez le cheval par Chauveau et Marey. Ils donnent entièrement tort aux physiologistes allemands[2], qui avaient attaqué la doctrine de Chauveau et Marey.

W. His junior a défendu, à Berne, l'opinion de Stanley-Kent[3], d'après laquelle la contraction de l'oreillette se propage au ventricule et provoque sa contraction par le transport direct d'une onde de contraction cheminant de l'oreillette au ventricule le long de fibres musculaires formant pont entre les deux. Il a démontré, sur des préparations microscopiques et sur des modèles, l'existence de ce pont musculaire pour le cœur du lapin, de l'homme, etc., et relaté les résultats de ses expériences. Si, chez le lapin, on sectionne au moyen d'un instrument approprié le petit pont musculaire en question, on provoque immédiatement la discordance de rythme connue sous le nom d'allorythmie; les ventricules battent à présent suivant un rythme indépendant de celui des oreillettes.

Magnus et Kaiser, Beck, Haycraft, Kronecker, Zuntz, Hürthle ont fait tour à tour d'intéressantes communications sur la circulation dans le cœur et dans les vaisseaux. Kronecker a montré l'arrêt du cœur qui suit l'obstruction d'une artère coronaire par une injection de paraffine.

Zuntz a fait la démonstration de son procédé de jaugeage du débit de l'aorte sur l'animal vivant (chien). Le principe de la méthode est le suivant : On arrête le cœur par excitation du pneumogastrique et l'on injecte dans l'aorte, par une de ses branches, une quantité de sang, mesurée de manière à rétablir la pression artérielle à sa valeur primitive. Cette quantité de sang représente celle que le cœur aurait lancée dans le même temps dans le système aortique.

III. — Respiration.

Les progrès réalisés dernièrement dans l'étude du chimisme respiratoire sont surtout d'ordre technique. Rosenthal a présenté à Berne un appareil servant à doser CO^2 dans l'air des appartements. Les burettes de Petersson, destinées au même dosage, figuraient à l'Exposition d'instruments annexée au Congrès, ainsi que les tableaux représentant les appareils de Tigerstedt et de Laulanié, pour l'étude de la respiration de l'homme et des Mammifères.

M. Laulanié a fait une très intéressante communication sur les relations qui existent entre la thermogénèse et les échanges respiraratoires.

Mosso, Zuntz et Lœwy ont traité la question de la respiration dans une atmosphère raréfiée.

Zuntz a publié, en 1894, d'intéressantes recherches destinées à fixer la part respective qui revient à la respiration cutanée et intestinale dans le chimisme respiratoire[1].

Il a constaté qu'un cheval placé dans l'appareil de Pettenkoffer, mais respirant à l'extérieur, par l'intermédiaire d'une canule trachéale, fournit, en 24 heures, par la respiration cutanée et intestinale, 145 grammes de CO_2 en moyenne, soit 3 °/₀ du total des échanges respiratoires. De ces 145 grammes de CO_2, 26 proviennent des gaz intestinaux, et la différence, soit 119 grammes, provient de la peau.

Il n'y a pas chez le cheval d'élimination appréciable de gaz combustibles par le poumon.

Chez le lapin, au contraire, les 3/4 de l'hydrogène et du méthane formés dans l'intestin sont éliminés par la voie pulmonaire.

[1] *Arch. de Physiologie*, 1894.
[2] V. Frey, Krehl.
[3] *Revue gén. des Sciences*, 1894, tome V, p. 985.

[1] *Arch. f. Physiologie*, 1894, p 351.

Mentionnons encore la communication de Treves sur les effets respiratoires de la section et de l'excitation du pneumogastrique.

IV. — Lymphe.

Quoique la formation de la lymphe n'ait donné lieu au Congrès de Berne qu'à une courte communication de Leathes, je demanderai la permission de m'en occuper avec quelques développements, et de traiter plus loin une question connexe, celle des échanges osmotiques entre le sang et la lymphe et les liquides introduits dans les cavités séreuses.

On se rappellera que la question de la formation de la lymphe a été remise à l'ordre du jour, il y a quelques années, par les recherches d'Heidenhain [1], qui ont été analysées dans cette *Revue* [2].

Pour Heidenhain, la lymphe n'est pas, comme on l'admettait généralement, avec l'école de Ludwig, un produit de filtration du plasma sanguin, formé sous l'influence exclusive de l'action mécanique de la pression sanguine. La lymphe serait fabriquée par l'activité des cellules vivantes qui constituent la paroi des capillaires : elle serait comparable à un véritable liquide de sécrétion. Cette théorie de la *secrétion* de la lymphe est basée principalement sur les faits suivants :

1. — Si on fixe une canule dans le canal thoracique au point où il s'abouche au cou avec le confluent de la veine jugulaire et de la veine sous-clavière, de manière à recueillir la lymphe à mesure qu'elle s'écoule, on constate la persistance de l'écoulement alors que l'aorte thoracique a été obturée au-dessus du diaphragme, et que, par conséquent, la pression artérielle est tombée à zéro dans le système de l'aorte abdominale. Il est impossible, d'après Heidenhain, d'expliquer ici la formation de la lymphe par filtration due à l'excès de pression sanguine. Heidenhain fait d'ailleurs observer que, d'un façon générale, la quantité de lymphe produite n'est nullement en rapport avec la valeur de la pression sanguine. A une faible pression artérielle, peut correspondre une formation abondante de lymphe; et, réciproquement, une augmentation de la pression artérielle n'entraîne pas nécessairement une accélération dans l'écoulement de la lymphe.

2. — Il existe toute une série de substances dont l'injection intrasvaculaire augmente considérablement l'écoulement de la lymphe par la fistule du canal thoracique. Heidenhain leur a donné le nom de lymphagogues et en a distingué deux groupes.

Les lymphagogues de la première catégorie n'ont pas d'action sur la pression sanguine (extrait de muscles d'écrevisse, extrait de sangsue, etc.) ou tendent même à diminuer cette pression (peptone).

Heidenhain admet que ces substances agissent directement comme excitant sur les cellules de l'endothélium des capillaires et provoquent, de la part de ces cellules, une augmention de sécrétion de lymphe. Cette lymphe, formée exclusivement aux dépens du plasma sanguin, devient plus riche en albumine que la lymphe sécrétée auparavant, tandis que sa teneur en sels ne change pas.

3. — La preuve que cette lymphe est fabriquée sous l'influence des cellules vivantes de l'endothélium vasculaire nous est fournie par ce fait, que les lymphagogues de la première catégorie n'agissent plus pour accélérer le cours de la lymphe, si l'on a, au préalable, altéré les conditions de nutrition de l'endothélium vasculaire par une obstruction temporaire de l'aorte thoracique, prolongée pendant un temps suffisant, une heure, par exemple.

4. — Le second groupe des lymphagogues est constitué par des substances cristalloïdes, (sucre, chlorure de sodium et autres sels) dont l'injection intravasculaire provoque une augmentation de lymphe aux dépens non du plasma sanguin, mais des liquides interstitiels. Il y a un drainage de liquide qui s'opère aux dépens des éléments des tissus et qui se fait au profit du sang et de la lymphe. Ici, le sucre, le sel semblent sortir des vaisseaux suivant les lois de la filtration et de la diffusion et, se répandant dans les interstices des tissus, y attirer l'eau de ces derniers en vertu de leur équivalent osmotique. Cependant ici aussi un certain nombre de faits ne cadrent pas avec la doctrine purement physique de la diffusion, notamment le fait qu'à un certain moment, la lymphe est plus riche en sucre, en sel, que le plasma sanguin et que cependant le sucre, le sel continuent à passer du plasma sanguin (pauvre en sucre, ou en sel) vers la lymphe.

5. — Heidenhain fait observer que si l'on calcule les quantités de substance que les différents organes empruntent au plasma sanguin en 24 heures, et si l'on suppose que ces subtances transsudent à travers la paroi des capillaires en vertu des seules lois de la filtration, c'est-à-dire au même degré de concentration que dans le plasma sanguin ou lymphatique, on arrive à admettre la formation de quantités tout à fait invraisemblables de lymphe. Il choisit comme exemple la formation du lait. Une vache peut fournir jusqu'à 25 litres de lait par jour, ce qui, à raison de $1^{gr},7$ de CaO par litre, représente $42^{gr},5$ de CaO. Or, la lymphe ne contient que 0,18 pour mille de chaux ; il faudrait donc 236 litres de lymphe pour fournir les $42^{gr},5$ de CaO contenus dans le lait donné par une vache en un jour.

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.* IL, p. 209, 1891.

[2] Voir la *Revue gén. des Sciences*: Revue de physiologie, 1892, 1893, 1894.

Hamburger[1], étudiant chez le cheval l'écoulement de la lymphe par le gros tronc lymphatique cervical, était arrivé aux mêmes conclusions qu'Heidenhain. Les arguments les plus probants mis en avant par Hamburger en faveur de la théorie de la sécrétion sont les suivants :

6. — Si l'on fait marcher ou travailler un cheval dont le cou et la tête restent immobiles, la pression sanguine baisse dans la carotide, et cependant on voit l'écoulement de lymphe par le lymphatique cervical s'accélérer de manière à atteindre une valeur trois à cinq fois plus forte qu'auparavant.

7. — La lymphe recueillie dans des conditions physiologiques différentes (repos, marche, mastication, travail de traction) présente chaque fois une composition spéciale, différente, qui ne dépend nullement de la composition du sérum sanguin (ou du plasma) qui a donné naissance à cette lymphe.

8. — La pression osmotique (pouvoir d'attractraction pour l'eau) de la lymphe qui s'écoule par la veine lymphatique cervicale est plus grande que celle du sérum de la jugulaire.

La théorie de la sécrétion de la lymphe a été, en général, favorablement accueillie par les physiologistes, et elle risquait de passer dès maintenant dans le domaine de la physiologie classique, si des objections très sérieuses ne lui avaient été opposées de différentes côtés.

Je reprends successivement les différents arguments de Heidenhain et de Hamburger, afin d'exposer les objections qu'on peut leur faire avec Starling[2], Cohnstein[3] et Popoff[4] :

1. Starling et Popoff ont fait observer que l'occlusion de l'aorte thoracique n'abaisse pas la pression sanguine dans tous les territoires vasculaires d'où provient la lymphe du canal thoracique. Si les membres postérieurs, les reins, la masse gastro-intestinale sont, dans ce cas, à peu près exsangues, il n'en est plus de même du foie, qui contient encore une grande quantité de sang, sous une pression voisine de la normale : en effet, l'occlusion de l'aorte produit une augmentation de pression dans la veine cave inférieure, tandis que la pression de la veine porte se trouve à peine diminuée. Les conditions de la formation de la lymphe par filtration mécanique existent donc toujours au niveau des capillaires du foie. Or Starling a démontré que le peu de lymphe que fournit encore le canal thoracique après occlusion de l'aorte, provient exclusivement du foie : en liant les lymphatiques du foie au voisinage de l'entrée de la veine porte, on tarit complètement, dans cette expérience, l'écoulement de lymphe par le canal thoracique.

Starling a montré aussi que Heidenhain avait eu tort de raisonner, à propos des variations de la pression artérielle, comme si ces variations entraînaient nécessairement des variations correspondantes de la pression dans les capillaires des organes abdominaux. Or c'est cette dernière seule, et non la pression artérielle, qui règle l'importance de la filtration de lymphe : s'il n'y a pas parallélisme entre les variations de pression artérielle et les variations de l'écoulement de la lymphe du canal thoracique, ce parallélisme existe entre ces dernières variations et celles de la pression intra-capillaire.

2. — L'injection de peptone, d'extrait de muscle d'écrevisse, etc., augmente la quantité de lymphe formée, sans augmenter la pression sanguine.

Ici on peut répondre que la baisse de pression est due à une dilatation des petites artères, et que la peptone et les autres lymphagogues peuvent parfaitement agir également sur la paroi des capillaires et les rendre plus perméables sans qu'il soit nécessaire d'admettre une action excitante, spécifique, de ces lymphagogues. Les capillaires devenant plus perméables, il est naturel qu'une pression égale (cas de l'extrait de sangsue) ou plus faible (propeptone) suffise cependant pour produire une augmentation dans la production de la lymphe. Cohnstein a d'ailleurs montré que le sang additionné de peptone filtrait plus facilement à travers une membrane organique, et Popoff admet que la peptone augmente la pression dans la veine porte.

3. — Les faits signalés ici ne sont pas incompatibles avec la théorie mécanique. Il suffit d'admettre que, lorsque l'endothélium vasculaire a été altéré par une anémie prolongée, sa perméabilité n'est plus susceptible comme auparavant d'être modifiée par l'action locale de la peptone, étant déjà portée au maximum par l'altération due à l'anémie.

4. — Heidenhain reconnaît lui-même que le drainage des tissus qui s'effectue au profit du plasma sanguin et de la lymphe, à la suite d'une injection de sucre ou de sel, est conforme aux lois de la diffusion et de la filtration, et que les différents sels agissent ici conformément à la valeur de leur équivalent osmotique. Quant au fait que le sang contiendrait à un certain moment moins de sucre ou de sel que la lymphe qui est formée en même temps, ce fait est formellement contesté par Popoff et Cohnstein. Cohnstein insiste sur la difficulté de déterminer, pour chaque échantillon de lymphe recueillie, l'échantillon de sang aux dépens duquel cette lymphe a été formée. Entre le moment où l'on recueille la lymphe et celui où elle s'est formée,

[1] *Zeits. f. Biolog.* 1893.

[2] *Journal of Physiology*, XVII, p. 224, 1894 et XVII, p. 30, 1894.

[3] *Arch. f. d. ges. Physiologie*, LIX, p. 350, LX, p. 291, et LXII, p. 58, 1895

[4] *Centralbl. f. Physiologie*, IX, p. 52. 1895.

il s'écoule un temps assez long qu'il est difficile de déterminer. La seule façon d'opérer correctement, d'après Cohnstein, c'est de recueillir un grand nombre d'échantillons de sang et de lymphe, d'y déterminer la proportion de la substance (sel ou sucre) qui sert à l'expérience, de se servir des valeurs trouvées pour construire la courbe, en fonction du temps, de la teneur en sucre ou en sel du sang et de la lymphe, et de ne comparer entre eux que les maxima des deux courbes. Le maximum de sucre ou de sel n'atteindrait jamais, d'après lui, dans la lymphe, la valeur du maximum présenté par le sang.

5. — Si la filtration rend difficilement compte des faits cités au n° 5, la diffusion nous en offre au contraire une explication satisfaisante. Les cellules de la glande mammaire enlèvent constamment de la chaux à la lymphe environnante : celle-ci contenant fort peu de CaO, cette substance, en vertu des lois physiques, doit constamment tendre à diffuser de l'intérieur des capillaires vers l'extérieur, sans qu'il soit nécessaire qu'une grande quantité d'eau traverse en même temps la membrane.

6. — L'augmentation de l'écoulement de la lymphe du cou d'un cheval dont le tronc et les membres sont seuls en mouvement, s'explique peut-être par le fait que la tête et le cou ne sont pas réellement au repos dans ce cas, et présentent des contractions musculaires exerçant un véritable massage sur les origines du système lymphatique.

7 et 8. — La composition chimique de la lymphe, et son indépendance vis-à-vis de la composition chimique du plasma ou du sérum, peuvent dépendre d'échanges chimiques entre la lymphe et les éléments histologiques des tissus. L'argument aurait une plus grande valeur s'il s'appliquait au liquide tel qu'il transsude à travers la paroi des capillaires. Mais il n'en est pas ainsi : la lymphe que nous recueillons a parcouru un long trajet, et a dû se modifier en route. C'est par l'intermédiaire de la lymphe, en effet, que se font tous les échanges nutritifs, respiratoires et autres, entre le sang d'une part, et les éléments vivants de nos tissus de l'autre. De plus, il est bien difficile de pouvoir comparer un échantillon de lymphe avec l'échantillon de sérum correspondant : le sang et la lymphe se modifient constamment. Il faudrait savoir exactement le temps qui s'est écoulé entre le moment où la lymphe est recueillie et celui où elle s'est formée, pour retrouver parmi les échantillons de sang recueillis celui qui correspond à la lymphe analysée.

Comme on le voit, la question de la formation de la lymphe reste ouverte, et c'est à des recherches nouvelles à décider entre l'ancienne théorie mécanique de Ludwig et la théorie physiologique d'Heidenhain.

Nous allons voir que les mêmes divergences existent quand il s'agit d'expliquer la résorption des liquides au niveau des surfaces séreuses.

V. — DIGESTION. ABSORPTION INTESTINALE. ABSORPTION EN GÉNÉRAL.

Digestion. — Dastre a fait, devant le Congrès, une très intéressante communication sur l'action que les solutions salines exercent sur la fibrine, la gélatine, etc. Cette action est en tout comparable à celle des ferments digestifs. On a donc le droit de parler de digestion saline. L'auteur avait pris les précautions les plus minutieuses pour exclure avec certitude toute erreur provenant de l'intervention accidentelle de microbes.

Herzen a répété à Berne ses expériences et celles de Schiff sur le rôle que la rate joue, d'après eux, dans la digestion gastrique [1].

Différents physiologistes ont développé, dans ces dernières années, l'idée que le pneumogastrique contenait les filets qui président à la sécrétion du suc gastrique, et que ce nerf joue vis-à-vis des glandes à pepsine le même rôle que la corde du tympan vis-à-vis de la glande sous-maxillaire. Bohlen vient d'en donner une démonstration nouvelle.

D'après Bohlen[2] l'excitation du bout périphérique du pneumogastrique produirait une variation d'abord positive, puis négative du courant propre de la muqueuse stomacale. L'effet produit se montre encore après occlusion de l'aorte thoracique, ce qui permet d'exclure l'action vaso-motrice sur les vaisseaux de l'estomac. L'excitation est d'ailleurs pratiquée immédiatement au-dessus du diaphragme, afin d'exclure l'interposition des filets cardiaques et la chute de pression qui suivrait leur excitation. L'effet ne se montre plus après empoisonnement par l'atropine, ce qui est bien en rapport avec l'idée qu'il s'agit d'une excitation des filets sécréteurs du pneumogastrique.

Lüscher s'est occupé devant le Congrès de la contraction de l'œsophage qui se produit par excitation du récurrent.

Absorption à la surface intestinale. — Heidenhain[3] isole sur un chien vivant une anse intestinale, au moyen de deux ligatures, en ayant soin de respecter les connexions vasculaires et nerveuses. Il y introduit des solutions salines de composition connue, et, après un séjour plus ou moins long dans l'intestin, il recueille le liquide restant et le soumet à l'analyse. Il constate de cette façon que des liquides isotoniques, c'est-à-dire ayant même point de congélation et même pression osmotique que

[1] Voyez la *Revue gén. des Sciences* du 15 juin 1895, p. 491 à 506.
[2] *Centralbl. f. Physiol.*, 1894, *p.* 353
[3] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LVI.

le sérum sanguin (par exemple solution de chlorure de sodium à 1 °/₀, sérum emprunté à un autre animal) et même des liquides à concentration plus élevée (notamment une solution de chlorure de sodium à 2 °/₀) sont absorbés assez rapidement, contrairement aux lois de l'osmose. Ce n'est que si l'on emploie des solutions très concentrées que l'osmose reprend ses droits, et qu'on observe une transsudation de liquide allant du sang vers l'intestestin. Les liquides isotoniques ou modérément hyperisotoniques (NaCl à 1 et 2 °/₀) sont donc poussés de l'intestin vers l'intérieur des vaisseaux sanguins par une force autre que l'osmose ou la diffusion.

Heidenhain a montré, par une série d'expériences fort concluantes, que cette force est intimement liée à l'intégrité des propriétés vitales du revêtement de l'intestin. En effet, en tuant les cellules par le contact d'une solution de fluorure de sodium, les solution salines ne sont plus absorbées qu'en vertu des lois de l'osmose seule. Les solutions isotoniques et hypertoniques ne cèdent pas de leur eau et les solutions hypotoniques ne cèdent pas de leur sel au sang.

Absorption à la surface des séreuses. — On connaît les expériences déjà anciennes de Recklinghausen [1] sur l'absorption des corpuscules solides par les orifices béants des stomates lymphatiques à la surface des séreuses péritonéale et pleurale.

Dybkowsky [2] montra le rôle de pompe aspirante et foulante que jouent les mouvements respiratoires de la cage thoracique sur cette aspiration des liquides contenant des particules solides en suspension; mais il avait constaté aussi que les vaisseaux sanguins peuvent jouer un rôle important dans l'absorption des substances dissoutes.

Wegner [3], Nikolsky (1880) et d'autres confirmèrent pleinement ces recherches, et constatèrent le passage de globules rouges du sang, de granules de matières colorantes insolubles, etc., dans les lymphatiques des surfaces séreuses du diaphragme.

Starling et Tubly [4] ont montré récemment que les substances dissoutes, et notamment les matières colorantes (solutions d'indigo-carmin ou de bleu de méthylène), injectées dans les cavités séreuses, (plèvre) passent rapidement dans le sang, et se retrouvent dans les urines, bien avant que la lymphe recueillie par une fistule du canal thoracique commence à se colorer. D'ailleurs, l'absorption se produit également après ligature du canal thoracique. Ils en conclurent qu'on avait exagéré le rôle des lymphatiques dans l'absorption, et que les membranes séreuses absorbent principalement par leurs vaisseaux sanguins. Ces premières expériences les avaient conduits à admettre que les lois de l'osmose et de la diffusion ne suffisent pas à expliquer l'absorption, et qu'il faut, avec Heidenhain et Orloff, admettre une intervention vitale, soit des cellules endothéliales de la séreuse, soit des vaisseaux sous-jacents.

Heidenhain et Orloff [1] avaient constaté que, si l'on injecte dans la cavité péritonéale un liquide contenant moins de sel que le plasma sanguin, ce sel n'en est pas moins absorbé et que pareillement des liquides isotoniques et hyperisotoniques sont absorbés.

Ils considérèrent cette absorption comme incompatible avec les lois de l'osmose et comme ne pouvant s'expliquer que par une intervention active des cellules vivantes qui constituent le revêtement de la séreuse. Quelques tentatives de destruction de ce revêtement vivant au moyen de fluorure de sodium semblaient conduire aux mêmes conclusions. Leurs expériences ont été répétées et variées par Starling et Leathes [2] et par Hamburger [3]. Ces expérimentateurs ont montré que les liquides isotoniques au plasma sanguin, injectés dans le péritoine, dans la plèvre ou dans le péricarde du chien ou du lapin vivant, sont absorbés peu à peu, même si le canal thoracique a été lié au préalable. Leur pouvoir isotonique ne change pas pendant l'absorption.

Hamburger a montré que les liquides hyperisotoniques (sérum concentré par évaporation préalable, solutions concentrées de sucre, de sel, etc.), aussi bien que les liquides hypisotoniques injectés dans les cavités séreuses, deviennent rapidement isotoniques et sont absorbés. L'absorption par les lymphatiques peut être exclue par ligature préalable du canal thoracique.

Hamburger et Starling ont tenté d'expliquer l'absorption de ces solutions en faisant intervenir l'osmose, la diffusion et l'imbibition. On peut critiquer leurs tentatives d'explication physique. Ce qui paraît bien établi par leurs expériences, c'est que l'absorption n'est pas liée, comme l'admet Heidenhain, à l'intégrité des cellules vivantes qui tapissent les cavités séreuses. On peut en effet tuer ces cellules au moyen de solutions de fluorure de sodium notablement plus concentrées que celles employées par Heidenhain pour l'intestin, les cautériser par des liquides fortement acides, ou par de l'eau bouillante, sans changer le sens du courant de liquide. Les solutions hypisotoniques, hyperisotoniques, aussi bien qu'isotoniques sont encore

[1] *Virchow's Archiv.*, XXVI.
[2] *Ludwig's Arbeiten*, 1886.
[3] *Arch. f. klin. Chirurgie*, XX.
[4] *Journal of Physiology*, XVI, p. 141, 1894.

[1] *Archiv. f. d. ges. Physiol.*, LIX, 1895, p. 170.
[2] *Journal of Physiology*, XVIII, p. 106, 1895.
[3] *Archiv für Physiologie*, 1895, p. 281.

absorbées à travers ce revêtement séreux rendu inerte. Il s'agit bien de phénomènes purement physiques.

Hamburger a montré que l'absorption se produit encore sur le cadavre, si l'on a soin d'entretenir une circulation artificielle à travers les vaisseaux de la surface séreuse.

VI. — GLANDES (SÉCRÉTION INTERNE ET EXTERNE.)

On se rappelle que Brown-Séquard et Meyer avaient publié des faits tendant à prouver l'existence d'une sécrétion interne du rein. Une partie au moins des symptômes de l'urémie qui survient après l'ablation des reins, serait due, d'après eux, moins à l'accumulation des produits urinaires, qui ne sont plus éliminés par la sécrétion externe des reins, qu'à la suppression de la sécrétion interne de l'organe.

Vitzou a apporté des faits nouveaux à l'appui de l'opinion de Brown-Séquard et de Meyer. Il a prolongé la vie des animaux chez lesquels avait été pratiquée l'extirpation des reins, en injectant, sous la peau ou dans les veines, du sang veineux rénal défibriné, recueilli chez des animaux normaux. Ce sang veineux semble donc se charger dans le rein d'un produit de sécrétion interne utile à l'organisme.

Lanz a montré une série d'animaux chez lesquels l'extirpation du corps thyroïde a produit les symptômes classiques. A signaler notamment un chien sur lequel la thyroïdectomie a été pratiquée il y a six mois. On le conserve en vie au moyen d'injections de suc thyroïde, ou en lui faisant manger de la thyroïde. Dès qu'on suspend le traitement, l'animal montre des symptômes nerveux alarmants. Il supporte mal le régime animal.

Phisalix a exposé les résultats de ses recherches sur l'immunité conférée par une injection intrapéritonéale de sang de salamandre vis-à-vis de l'action toxique du curare. Une grenouille, un cochon d'Inde, immunisés de cette façon, supportent des doses de curare quatre fois plus fortes que celle qui suffiraient, dans les conditions ordinaires, à les tuer.

M. Cremer a traité la question du parallélisme du pouvoir fermentescible et de l'aptitude à la transformation en glycogène des différents sucres chez les plantes.

VII. — SYSTÈMES NERVEUX ET MUSCULAIRE.

Système nerveux. — Les notions nouvelles introduites dans l'histologie du système nerveux par les recherches de Golgi et de Ramon y Cajal commencent à fixer l'attention des physiologistes. Il y a quelques années, on considérait les centres nerveux comme constitués essentiellement par des cellules nerveuses étoilées, dont les prolongements plus ou moins ramifiés, arborisés, se continuaient directement de cellule à cellule. Les fibres nerveuses périphériques, tant sensibles que motrices, étaient pareillement en rapport direct avec les cellules étoilées centrales ; de sorte que tout le système nerveux était censé constitué par un réseau de filaments et de cellules communiquant directement les uns avec les autres. L'influx nerveux circulait le long de ces filaments nerveux comme l'électricité le long des fils télégraphiques.

Or Ramon y Cajal a montré que les cellules nerveuses sont en rapport les unes avec les autres, non par continuité, mais par simple contiguïté des arborisations terminales de l'une avec les prolongements de protoplasme de l'autre. La contiguïté serait plus ou moins intime : les prolongements des cellules nerveuses seraient douées d'un certain degré d'amiboïsme, c'est-à-dire qu'ils pourraient, suivant les circonstances, se rétracter ou s'allonger. Dans le premier cas, la continuité serait interrompue ; dans le second, elle serait renforcée, d'où obstacle ou facilités plus grandes offertes au passage de l'influx nerveux se rendant d'une cellule à l'autre. Lépine [1] et Mathias Duval [2] ont cherché à appliquer ces notions à l'explication des phénomènes de sommeil, d'inhibition, etc., et aux symptômes des maladies nerveuses. Suivant la *théorie histologique du sommeil* de Duval, « chez l'homme qui dort, les ramifications cérébrales du neurone sensitif central sont rétractées, comme le sont les pseudopodes d'un leucocyte anesthésié, sous le microscope, par l'absence d'oxygène et l'excès d'acide carbonique. Les excitations faibles portées sur les nerfs sensibles provoquent, chez l'homme endormi, des réactions réflexes, mais ne passent pas dans les cellules de l'écorce cérébrale : des excitations plus fortes amènent l'allongement des ramifications cérébrales du neurone sensitif, par suite le passage jusque dans les cellules de l'écorce, et par suite le réveil, dont les phases successives traduisent bien ces rétablissements d'une série de passages précédemment interrompus par rétraction et éloignement des ramifications pseudopodiques ».

On peut étendre ces notions aux différents modes fonctionnels des centres nerveux et trouver une explication aux phénomènes de mémoire, d'association des idées et même comprendre histologiquement les résultats de l'habitude, de l'éducation. C'est ainsi que E. Tanzi [3] a fait remarquer que « comme tout acte fonctionnel réitéré hypertrophie l'organe qui en est le siège, le passage répété des

[1] *Revue de médecine*, 1894, p. 717.
[2] *C. R. Soc. Biologie*, 1895, p. 74 et 86.
[3] *Rivista sperim. di Frenatria*, 1893.

courants nerveux doit provoquer l'hypertrophie dans les cellules nerveuses en fonction; si cette hypertrophie a lieu dans le sens de la longueur du prolongement, elle diminuera la distance entre les parties qui doivent communiquer; quand le passage de neurone à neurone devient plus facile, par plus de proximité, il devient inconscient; c'est pourquoi les actes habituels, automatiques, sont inconscients. »

M. Demoor a fait à Berne une communication se rapportant au même ordre d'idées. Il a constaté que l'anesthésie était accompagnée de changements histologiques des prolongements des cellules corticales chez les animaux narcotisés. Chez les animaux morts sous l'influence de la morphine ou du chloral, les prolongements des cellules corticales deviennent moniliformes, ce qui n'a pas lieu chez les animaux tués par asphyxie ou décapitation.

MM. V. Uexküll, Wedenskij, Arloing, Ewald, Fano, Sherrington, Mott, Asher, Birch, Vitzou, Waller, Langley, Boruttau, Mann, Lüscher, Schiff, Gaule, Gotch, Beck, Cybulski, ont fait à Berne une série d'expériences et de démonstrations se rapportant en partie à des faits déjà publiés antérieurement. On a particulièrement été frappé, comme dans les congrès précédents, de la virtuosité magistrale avec laquelle les physiologistes anglais, Sherrington, Langley, etc., exécutent les vivisections les plus délicates sur les centres nerveux.

Système musculaire. — Gaule a démontré les altérations des fibres musculaires qu'il a observées à la suite de l'excitation du sympathique chez le lapin.

Burdon Sanderson a exposé ses recherches sur les tétanos électrique et strychnique. M. Rutherford a fait l'exposé de ses recherches sur les modifications histologiques de la fibre musculaire pendant la contraction.

Bowditch a montré un modèle illustrant le mécanisme de l'articulation tibio-tarsienne.

IX. — Organes des sens.

U. Kries a développé devant le congrès de Berne une conception nouvelle du fonctionnement de la rétine : la rétine contiendait deux appareils distincts excitables par la lumière dans des conditions différentes, l'appareil des cônes et l'appareil des bâtonnets.

L'appareil des cônes nous donnerait les sensations de couleur et ne fonctionnerait que pour un éclairage assez intense. Il serait en somme peu sensible à une faible lumière, mais organisé de manière à distinguer les différentes longueurs d'onde. Ce serait l'appareil de la vision diurne.

L'appareil des bâtonnets entrerait en fonctions dès que l'œil est adapté pour une demi-obscurité. Il serait sensible à de très faibles intensités de lumière, mais serait mis hors de service dès que l'éclairage dépasse une certaine valeur : son fonctionnement serait en effet lié à la présence du pourpre rétinien qu'une vive lumière détruit rapidement. Cet appareil serait incapable de nous donner des sensations colorées. On sait, en effet, que l'œil ne perçoit plus les couleurs si l'éclairage reste en dessous d'une certaine valeur. On sait aussi que, dans l'œil adapté pour l'obscurité, le centre de la rétine est moins sensible que la périphérie, ce qui s'explique fort bien par la plus grande richesse en bâtonnets de la périphérie de la rétine.

Axenfeld a fait une démonstration intéressante sur le contraste binoculaire des couleurs.

V. Hensen et Einthoven ont fait des expériences d'acoustique.

Schenck s'est occupé de l'action du sympathique sur la pupille.

Epstein a signalé des faits d'augmentation de l'acuité visuelle sous l'influence de perceptions sonores.

Comme on le voit, les séances du Congrès de Physiologie ont présenté une grande variété de communications et d'expériences intéressantes.

De plus le Congrès est entré dans une excellente voie : il a entrepris la réglementation d'un certain nombre de questions d'intérêt scientifique international.

Ainsi, il a invité les physiologistes à employer dorénavant dans leurs communications le système métrique des poids et mesures, et l'échelle du thermomètre centigrade. Il a adopté également un ensemble de règles de bibliographie physiologique présentées par une Commission composée de MM. Bowditch, Mosso et Richet.

Enfin, il a décidé que le prochain Congrès se tiendrait dans trois ans à Cambridge où le Professeur Foster veut bien nous offrir l'hospitalité de son laboratoire.

Le président de ce Congrès est M. Foster, les sécrétaires généraux : Grützner (langue allemande) Sherrington (langue anglaise), Léon Fredericq (langue française.)

Léon Fredericq.
Professeur de Physiologie à l'Université de Liège.

Bibliographie. — L'auteur a utilisé pour la rédaction de cet article la notice de M. Doyon sur le Congrès de Berne, celle de M. Malbec parue dans *la Tribune médicale* et celle de MM. Boruttau et Jacquet dans *Centralblatt f. Physiologie* et dans *Corr-Blatt f. Schweizer Aerzte*, ainsi que ses propres notes.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Poincaré (H.), *Membre de l'Institut, Professeur de Physique mathématique à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Capillarité.** (*Leçons professées pendant le deuxième semestre* 1888-89 *et rédigées par* M. J. Blondin, *Agrégé de l'Université*). — 1 *vol. in-8 de* 192 *pages avec* 68 *fig.* (*Prix : 10 francs*) *G. Carré, éditeur. Paris*, 1895.

Rien de particulier à dire de l'exposition des principes, dans le premier chapitre d'après Laplace, dans le second d'après Gauss et Poisson : c'est le préliminaire indispensable à l'étude des lames minces, chapitre III, des expériences de Plateau, chapitre IV, et des liquides pesants, chapitre V. Le chapitre VI, qui termine, donne un aperçu de l'application du potentiel thermodynamique aux phénomènes capillaires, et renvoie, au surplus, au mémoire connu de M. Duhem.

Les chapitres les plus intéressants sont le troisième et le quatrième où les questions délicates de stabilité de l'équilibre sont étudiées d'après les travaux de M. Schwarz sur les surfaces minima. Des considérations d'une extrême simplicité permettent d'établir : 1° que les sections d'un tube orthogonal à une famille de surfaces minima sont égales; 2° qu'une des faces à courbure moyenne nulle est une surface d'équilibre stable quand on peut construire d'autres surfaces à courbure moyenne nulle (satisfaisant aux mêmes conditions limites) qui ne la coupent pas ; 3° au contraire, lorsqu'on peut construire d'autres surfaces à courbure moyenne nulle qui coupent la première, l'équilibre est instable. Mais il suffit, pour le rendre stable, de compléter les conditions aux limites en fixant la ligne d'intersection par un fil rigide — comme il arrive pour l'hélicoïde de Schwarz. M. Poincaré établit alors l'existence d'une limite de stabilité pour le caténoïde sans donner de valeurs numériques. — Il indique ensuite l'existence d'une surface minima passant par deux circonférences parallèles, dont le plan n'est pas perpendiculaire à la ligne des centres; il montre que les sections par des plans parallèles aux bases sont aussi des circonférences. Quant à la forme de la ligne des centres et à la loi des diamètres, elle dépend de l'intégration de deux équations différentielles ordinaires; M. Poincaré renvoie au mémoire de Riemann. Les physiciens auraient été curieux de connaître ce qu'indique la théorie à ce sujet, ainsi que pour la limite de stabilité, l'expérience étant très facile à faire.

Dans le chapitre suivant, on trouve le mode de génération de l'onduloïde et de la nodoïde de Plateau. L'auteur reprend la discussion de la stabilité du cylindre, pour laquelle M. Mathieu avait émis des réserves sur le résultat à la fois théorique et expérimental de Plateau. Il montre rigoureusement l'exactitude du résultat de Plateau, et montre bien que le désaccord de Mathieu tient à une position trop générale du problème.

Sans poursuivre davantage cette énumération, on voit assez ce que ce livre contient d'utiles perfectionnements sur des points de détail de la théorie des phénomènes capillaires particuliers. MARCEL BRILLOUIN.

Petrowitch (Michel), *élève à l'Ecole Normale Supérieure, licencié ès sciences mathématiques et ès sciences physiques.* — **Sur les zéros et les infinis des intégrales des équations différentielles algébriques.** (*Thèse de doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de* 109 *pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs-libraires*, 55, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1895.

Dans un article (voir la *Revue* du 15 janvier 1892) consacré à divers travaux récents sur l'équation différentielle ordinaire du 1er ordre H, j'ai essayé de résumer les très importantes découvertes de MM. Fuchs, Poincaré et Painlevé sur les intégrales à points critiques fixes. C'est dans le même domaine que se place M. Petrowitch. Il étudie les intégrales de H qui ont leurs zéros et leurs infinis fixes, c'est-à-dire indépendants de la constante d'intégration. Un procédé de figuration géométrique (assez analogue à celui de Newton pour l'étude d'une courbe algébrique près d'un point multiple, ou à celui de Briot et Bouquet pour l'étude de H aux abords d'un point singulier) permet de reconnaître si les intégrales ont le caractère cherché et toutes leurs singularités fixes. H s'intègre alors algébriquement ou par deux quadratures au plus. Quant aux zéros et infinis mobiles, s'il y en a, la même méthode géométrique permet de calculer leurs ordres, qui sont toujours commensurables.

L'auteur applique son procédé à divers types classiques d'équations H et énonce des résultats intéressants. Signalons, pour H linéaire par rapport à la dérivée, le calcul de la limite pour le nombre des intégrales uniformes distinctes. M. Picard a fait à cette application l'honneur de l'exposer dans son traité d'Analyse (tome III, pages 356 à 359).

Pour les ordres supérieurs à un et surtout à deux, les considérations de l'auteur ont un emploi plus restreint. On est forcé de faire sur les intégrales certaines hypothèses à priori, lesquelles ne sont pas directement vérifiables. Sont néanmoins mis en œuvre ou généralisés certains résultats récents de MM. Picard et Painlevé.

Lorsque l'ordre dépasse un et surtout deux, l'équation différentielle introduit comme intégrales des fonctions extraordinairement compliquées, dont on a grand'peine à se faire même une idée. Les propriétés très curieuses abondent. Ainsi certains invariants (intégrales « premières ») ne sont tels que vis-à-vis de certaines intégrales d'une nature particulière (algébriques, ou uniformes, ou périodiques)... et non vis-à-vis des autres. L'auteur termine par quelques recherches sur cette matière.

On peut reprocher au travail plusieurs démonstrations un peu touffues ou prolixes, mais M. Petrowitch est étranger. Néanmoins la thèse est une mine très riche de faits mathématiques nouveaux et intéressants. Le jeune géomètre serbe a su profiter largement de l'enseignement donné par nos maîtres français. Il n'a qu'à continuer pour devenir une des lumières scientifiques de son pays.

LÉON AUTONNE.

Blanchard (Dr R.), *de l'Académie de Médecine, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Les Cadrans solaires dans le Briançonnais.** — 1 *vol. in-8° de* 54 *pages avec* 31 *figures dans le texte. Société d'éditions scientifiques*, 4, *rue Antoine-Dubois. Paris*, 1895.

Ce petit ouvrage, très artistiquement illustré, apporte à l'histoire populaire et en action de l'astronomie pratique une très intéressante et très élégante contribution. Ecrit, en manière de délassement, par un savant surtout préoccupé de recherches biologiques, il offre un curieux exemple de cette souplesse d'esprit des hommes de science qui font, non sans succès, un doigt de cour aux Muses. La chose est moins rare qu'on ne le croit. Pour avoir fait des tragédies, Claude Bernard n'en a pas moins été un admirable physiologiste. L. O.

2° Sciences physiques.

Maneuvrier (Georges), *Agrégé des Sciences physiques et naturelles.* — **Nouvelle méthode de détermination du rapport $\frac{C}{c}$ pour l'air et d'autres gaz.** (*Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in4° de* 232 *pages avec* 36 *fig. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1895.

La connaissance du rapport $\frac{C}{c}$ des deux chaleurs spécifiques d'un gaz à pression constante et à volume constant présente un intérêt incontestable; si l'on pouvait douter un instant de cet intérêt, il suffirait pour être convaincu de jeter un coup d'œil sur un tableau que M. Maneuvrier a pris la peine de dresser au seuil de son remarquable mémoire et où il reproduit les principales formules de thermodynamique dans lesquelles figure ce rapport. Aussi bien, jugera-t-on pareillement de son importance en comptant les nombreux mémoires français et étrangers qui ont été publiés sur la question depuis qu'elle a été posée au commencement de ce siècle; dans un historique précis, exact, M. Maneuvrier cite, étudie, critique plus de quarante auteurs, et sans doute malgré toute son érudition il a dû encore laisser échapper quelques travaux étrangers écrits dans des langues peu familières. On ne saurait trop dire le soin apporté par l'auteur à cette partie souvent négligée; il a su faire une œuvre instructive, fortement documentée, comparable, du moins je l'imagine, à celle que l'on réclame d'un historien ou d'un philologue pour le doctorat ès lettres; il a voulu remonter aux sources, scruter les origines, suivre la question sous toutes ses faces, dans tous ses développements, et rien n'est plus intéressant que de voir ainsi comment naît une idée scientifique, comment les mesures se perfectionnent petit à petit, comment certains progrès sont oubliés un temps dans des retours imprévus en arrière, comment des idées renaissent après des années de silence. M. Maneuvrier a été largement payé de la peine dépensée pour ces recherches d'érudition; il a fait de véritables découvertes : il nous démontre, par exemple, pièces en main, que la part attribuée communément à Clément et Desormes dans la première mesure connue est fort exagérée. L'expérience célèbre faite par ces deux physiciens avait pour but, dans leur pensée, de mesurer le calorique du vide; et le mémoire qu'ils publièrent en 1819 comme une sorte de protestation contre l'Académie qui leur avait préféré Delaroche et Bérard et avait décerné à ces savants le prix relatif à la question proposée sur les chaleurs spécifiques, ne renferme que les plus singulières conclusions; à coup sûr, ils n'avaient nullement compris l'idée de Poisson et de Laplace sur la différence entre les deux chaleurs spécifiques; ils ne se sont jamais occupés de déterminer le rapport entre ces deux quantités et à Laplace seul revient l'honneur d'avoir interprété correctement la fameuse expérience, et d'en avoir tiré une première valeur numérique.

Ainsi préparé par une connaissance si approfondie de son sujet, M. Maneuvrier a pu entreprendre des expériences personnelles; si l'on considère que, malgré les soins apportés par les plus récents expérimentateurs, les résultats obtenus pour l'air par exemple, présentent encore des divergences qui s'élèvent jusqu'à 1/30 de la valeur moyenne, on conviendra qu'il n'était pas inutile d'effectuer une nouvelle série de mesures par une méthode plus simple et plus sûre que les méthodes antérieures.

La méthode employée par l'auteur dérive de la méthode de Clément et Désormes, mais les perfectionnements sont considérables; l'expérience ne dure qu'un instant extrêmement court, facile à évaluer d'ailleurs; on opère sur une masse de gaz constante, comprimée adiabatiquement dans un vase clos à l'aide d'un piston solide; on mesure la surpression finale à loisir par un ingénieux procédé statique; on dirige enfin toutes les opérations de façon à pouvoir exprimer les données expérimentales à l'aide d'une formule bien connue (formule de Reech) qui, établie pour une substance entièrement quelconque, s'applique par conséquent à un gaz réel, et non plus seulement, comme la formule de Poisson, au cas idéal d'un gaz parfait. L'appareil, habilement construit, a donc fonctionné dans les conditions les plus favorables, et aidé de toutes les ressources d'un laboratoire admirablement organisé, secondé par les plus habiles concours, M. Maneuvrier a pu obtenir d'excellents résultats.

Jusqu'à présent les expériences ont porté sur trois gaz, adroitement choisis, parce qu'ils peuvent être considérés comme les trois types de l'état gazeux, l'air, l'acide carbonique et l'hydrogène; les valeurs trouvées pour le rapport $\frac{C}{c}$ sont 1,392, 1,298 et 1,384. L'appareil et la méthode sont d'ailleurs applicables à toutes les substances gazeuses, et il suffirait de très légères modifications pour rechercher l'influence de la pression et de la température. M. Maneuvrier nous promet cette étude; elle serait bien intéressante et compléterait ainsi très heureusement un travail qui devienda rapidement classique. Lucien POINCARÉ.

Rocques (X.), *Expert-Chimiste, ancien chimiste principal au Laboratoire municipal de Paris.* — **Analyse des Alcools et des Eaux-de-vie.** — 1 *vol. petit in-8° de* 200 *pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut.* (*Prix : Broché*, 2 *fr.* 50. *Cartonné*, 3 *fr.*). *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1896.

L'analyse des alcools est à l'ordre du jour; les préoccupations des pouvoirs publics relativement au contrôle hygiénique des spiritueux font du livre de M. Rocques un ouvrage d'actualité.

En dehors de cet ordre d'idées, le volume que nous signalons aujourd'hui présente d'ailleurs un très grand intérêt par le soin et le savoir qui ont présidé à sa rédaction et par les renseignements nombreux qu'il contient sur les diverses méthodes employées pour l'analyse des alcools, méthodes qu'on ne trouve réunies dans aucun autre ouvrage analogue.

Après deux chapitres de généralités sur la classification et la composition des alcools et des eaux-de-vie, l'auteur aborde la recherche qualitative des impuretés des alcools : aldéhydes ou produits de tête, furfurol et alcools supérieurs ou produits de queue; puis il passe à l'analyse quantitative : dosage de l'alcool éthylique, des matières extractives et des matières volatiles étrangères à l'alcool éthylique.

Un chapitre spécial est consacré aux procédés généraux d'évaluation des impuretés volatiles et au dosage des impuretés par fonctions : aldéhydes, éthers, acides, bases, furfurols, alcools supérieurs. Puis viennent la dégustation des alcools et eaux-de-vie et quelques considérations sur l'analyse des alcools d'industrie et des alcools naturels; enfin le volume se termine par l'étude analytique détaillée des divers types d'alcools naturels : eaux-de-vie de vins et de marcs, eaux-de-vie de fruits à noyaux, rhums, tafias, eaux-de-vie de cidre et de poiré, whisky.

L'ouvrage de M. Rocques renferme, en outre, de très nombreux tableaux se rapportant principalement à l'analyse ou à la composition des spiritueux et qui constituent des documents précieux pour toutes les personnes appelées à s'occuper de l'analyse des alcools. A. HÉBERT.

Gérard (E.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.* — **Contribution à l'étude des Cholestérines animales et végétales.** — 1 *vol. in-8° de* 56 *pages. Imprimerie E. Marquès et Cie*, 22, *Boulevard de Strasbourg, Toulouse*, 1895.

3° Sciences naturelles.

Brongniart (Charles), *Assistant de Zoologie au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Recherches pour servir à l'Histoire des Insectes fossiles des temps primaires, précédées d'une Etude sur la nervation des ailes des Insectes.** — *Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. 1 vol. in-4° avec un atlas de 37 planches in-folio. Imprimerie Théolier, 12, Rue Gérentet, Saint-Etienne,* 1895.

Ce n'est pas sans intention que nous avons mis quelque retard à rendre compte de cet important ouvrage : nous savions que la thèse de M. Brongniart était inscrite au concours du *Grand prix des Sciences physiques* à l'Académie des Sciences. Cette très haute récompense venant de lui être décernée, nous sommes aujourd'hui tout à fait à l'aise pour rendre hommage à l'auteur; la tâche nous est, d'ailleurs, singulièrement facilitée par le Rapport qu'a consacré à cette thèse l'un des juges du concours, un maître en paléontologie, M. le Professeur Albert Gaudry. Nous ne saurions mieux faire que d'emprunter à l'éminent savant la page où il a ainsi jugé l'œuvre de M. Brongniart :

« Son travail, commencé en 1878, a duré seize années. Rien n'a été négligé pour le rendre aussi exact que possible. Comme le plus souvent, les ailes seules des Insectes sont conservées à l'état fossile, M. Brongniart a dû entreprendre une étude toute particulière de la nervation des ailes chez les Insectes, surtout chez les Névroptères et les Orthoptères...

« Ce qui étonne surtout dans les Insectes houillers, c'est leur dimension : le *Titanophasma* est long de $0^m,25$ de l'extrémité de l'abdomen au bord antérieur de la tête, sans comprendre les antennes : le *Meganeura*, avec ses ailes déployées, mesure $0^m,70$; l'*Archæoptilus* n'est pas beaucoup moindre. Les Insectes actuels semblent les descendants réduits de ces géants des temps primaires. Mais, ainsi que le fait remarquer M. Brongniart, les Insectes anciens, bien que supérieurs par la taille, ne sont pas arrivés à un perfectionnement comparable à celui des espèces de notre époque ; ils montrent par là que, dans le monde animé, la grandeur n'est pas la condition nécessaire du progrès. Le thorax est formé de trois parties bien distinctes, ce qui prouve que les ganglions nerveux thoraciques étaient séparés les uns des autres, au lieu de former une seule masse comme de nos jours. Plusieurs Insectes de Commentry ont conservé, à l'état adulte, des caractères qui ne se retrouvent à présent que chez les larves, par exemple : ils avaient des trachéo-branchies sur les côtés de l'abdomen ; même, chez quelques-uns, les membranes supérieure et inférieure des ailes n'étaient pas intimement soudées, de sorte que le sang pouvait circuler librement.

« Une des remarques les plus importantes faites par M. Brongniart est la présence au prothorax d'appendices lui semblant représenter des rudiments d'ailes ; les Insectes d'aujourd'hui n'ont que deux paires d'ailes portées par le mésothorax et le métathorax ; mais, d'après ce que montrent les Insectes de Commentry, on peut croire qu'à l'origine, les Insectes ont eu trois paires de rudiments d'ailes, comme ils ont trois paires de membres. M. Brongniart pense que ces rudiments étaient simplement des lames pouvant servir de parachutes ; plus tard, les lames du prothorax se seraient atrophiées, pendant que celles du mésothorax et du métathorax seraient devenues des ailes.

« Les Insectes de Commentry se rapportent à un très grand nombre de genres et d'espèces. Cependant ils ne représentent que les ordres des Névroptères, des Orthoptères, des Thysanoures, des Homoptères. Ainsi, non seulement, ils étaient moins perfectionnés que de nos jours, mais encore moins différenciés. »

On ne peut d'ailleurs les faire rentrer dans les familles créées pour les types actuels et il est devenu nécessaire d'établir des groupes nouveaux. Les Névroptères, divisés en six grandes familles, comprennent quarante-cinq genres dont trente-trois viennent de Commentry ; sur les quatre-vingt-dix-neuf espèces qui les composent, soixante-douze ont été trouvées dans cette localité. Les Orthoptères, répartis en cinq familles, forment vingt-cinq genres représentés par cent onze espèces. Les Thysanoures n'ont qu'un genre et une espèce ; les Homoptères enfin, divisés en deux familles, renferment six genres et douze espèces. Sur cet ensemble, quarante-six genres découverts à Commentry sont représentés par cent-une espèces.

On voit combien est riche ce gisement exceptionnel et à quel point les naturalistes doivent se féliciter qu'il ait pu être exploité scientifiquement par un ingénieur aussi distingué que M. Fayol. Les recherches poursuivies sous sa direction ont fourni à M. Brongniart des matériaux d'étude tout à fait remarquables, grâce auxquels un travail de haute valeur vient s'ajouter à tant d'autres, de nature diverse, publiés sur la région par M. Fayol lui-même ou par des collaborateurs tels que MM. Grand'Eury, S. Meunier, Sauvage, Zeiller, etc.

Ces résultats, si honorables pour notre pays, ne laissent pas que d'être appréciés à l'étranger. La preuve m'en a été donnée à Munich où je visitais, sous la conduite d'un aimable et savant collègue, la splendide collection paléontologique de l'Université. C'est l'une des plus belles du monde, et, comme je m'arrêtais, plein d'admiration devant les fossiles justement réputés de Solenhofen : Vous avez aussi bien en France, s'écria mon guide, à *Commentry !* Ce n'était pas un spécialiste, et cependant l'ouvrage de M. Brongniart, paru depuis deux mois à peine, avait fixé son attention. Il se félicitait d'ailleurs, comme je le fais à mon tour, en terminant cette notice, que les procédés photographiques, employés à la confection d'une partie des planches, aient mis réellement sous les yeux des paléontologistes nombre d'échantillons rares, souvent même uniques et sur lesquels la découverte d'objets nouveaux provoquera, sans doute, par la suite, d'intéressantes discussions. Jules de Guerne.

Piéri (J.-B.), *Professeur au Lycée de Rochefort-sur-Mer.* — **Recherches physiologiques sur Tapes decussata et quelques Tapidées.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — *Un vol. in-8° de 192 pages avec une planche hors texte. Imprimerie E. Jamin, 8, rue Ricordaine, Laval,* 1895.

M. Piéri a entrepris des expériences physiologiques sur un Mollusque commun de nos côtes, la Palourde (*Tapes decussata*), notamment sur le mode de locomotion, la résistance à l'asphyxie et à la chaleur, la vitalité des tissus séparés de l'animal, l'action de l'électricité et de différents réactifs sur le cœur, l'énergie musculaire, la résistance de la coquille, etc. Je ne doute pas qu'il n'y ait consacré beaucoup de temps et qu'il n'ait enregistré consciencieusement tous les chiffres qu'il nous donne, avec correction de température, etc., mais je me demande, après avoir lu cette thèse, ce qu'il peut en rester. Il n'y a peut-être pas une seule des 35 conclusions finales qu'on ne pouvait prévoir *a priori*.

M. Piéri croit-il que la réaction alcaline du sang, l'action délétère de l'alcool, du chloroforme, de l'éther, de l'eau distillée, des acides minéraux, d'une température de 45°, soient des nouveautés ? Est-ce que tout le monde ne sait pas que la contractilité musculaire se conserve plus ou moins longtemps après la destruction du cœur ou des ganglions nerveux, que la durée de la vie chez un animal en état d'inanition varie avec la taille et la température, qu'une vieille coquille est plus fragile qu'une fraîche, et que les *Tapes* se déplacent au moyen de leur pied et de leurs siphons ?

On pourrait faire indéfiniment des travaux analogues, avec chiffres à l'appui, sans que les faits connus acquièrent un intérêt plus grand ; c'est du temps et du travail perdus, alors qu'il y a bien mieux à faire.

L. Cuénot.

4° Sciences médicales.

Toulouse (Ed.), *Chef de clinique des Maladies mentales à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Asile Sainte-Anne.* — **Les Causes de la Folie. Prophylaxie et Assistance.** — 1 *vol. in-8° de 448 pages (Prix : 7 fr. 50). Soc. d'Edit. scient. Paris*, 1896.

La première partie du livre de M. Toulouse est consacrée à l'étude des causes sociales, biologiques, physiologiques, morales, physiques et pathologiques de la folie. L'auteur s'est donné pour tâche d'exposer simplement les faits, et d'essayer de les systématiser, tout en se débarrassant des opinions préconçues qui encombrent encore la médecine mentale. Dans la seconde partie sont examinés les mesures prophylactiques qu'impose la connaissance des notions étiologiques précédemment étudiées, ainsi que les principes qui doivent présider à l'organisation d'une assistance rationnelle des aliénés.

M. Toulouse débute par une critique du rôle de l'hérédité en général et de la prédisposition aux troubles psychiques. Bien des faits dans lesquels on voit des manifestations de l'hérédité, sont en réalité susceptibles d'une autre interprétation. L'hérédité réelle, la transmission de certains caractères des ascendants aux descendants par voie générative, est exceptionnelle en pathologie. La plupart des cas d'hérédité apparente appartiennent à l'action directe des principes morbides sur le fœtus ou sur les cellules génératives. L'auteur montre l'importance des facteurs congénitaux, dont l'influence tend aujourd'hui à se substituer à celle de l'hérédité. Des causes nombreuses peuvent entraver la nutrition de l'embryon : tels sont les intoxications externes et internes du père et surtout de la mère, les états névropathiques de celle-ci, etc.

L'auteur examine ensuite les causes sociales. L'excès de civilisation tend-il à augmenter la population des aliénés ? Cela est très probable, mais non démontré. Les grandes commotions politiques, les idées religieuses, l'extension des libertés publiques (presse, livre, réunions), n'agissent d'une façon défavorable que sur les cerveaux mal équilibrés. Des documents nombreux font ressortir l'influence des causes biologiques (âge, natalité, vitalité, sexe, etc.) et celle des causes physiologiques (excès et défaut d'exercice, menstruation, puerpéralité). M. Toulouse étudie de près ces deux derniers facteurs. Il attribue un rôle important aux troubles de nutrition de la période menstruelle comme cause occasionnelle du délire. En particulier, le fonctionnement exagéré de l'ovaire déterminerait une auto-intoxication qui agirait sur certains systèmes nerveux. Les troubles psychiques de la ménopause tiendraient au contraire à un défaut du fonctionnement des ovaires. La question des psychoses puerpérales est bien présentée. Les délires de forme variée qui se développent pendant la grossesse, au cours de l'accouchement, après ce dernier, ou pendant la lactation, ont des conditions étiologiques très variables : auto-intoxications, commotion nerveuse, infections, épuisement. Après avoir examiné la valeur étiologique des émotions et de la contagion mentale, M. Toulouse étudie longuement cette cause importante de la folie : les intoxications. Il expose les caractères des délires toxiques, ceux des délires fébriles, et insiste sur les rapports des psychoses avec les états diathésiques (ralentissement de la nutrition). Le chapitre intitulé « Prédisposition et causes directes » est intéressant; on y trouve les idées générales suggérées à l'auteur par les nombreux matériaux accumulés dans les chapitres précédents. A l'encontre des partisans du rôle prépondérant de la prédisposition héréditaire, M. Toulouse met en lumière l'importance des causes dites occasionnelles, qu'on a trop perdues de vue. Il insiste sur le haut intérêt qui s'attache à cette étude, non seulement au point de vue de la conception qu'il convient de se faire des conditions de l'éclosion des psychoses, mais aussi en raison des considérations pratiques qui en découlent.

La seconde partie du livre est consacrée à la prophylaxie de la folie et à l'assistance des aliénés. Parmi les mesures prophylactiques sociales, la plus efficace serait d'empêcher la procréation de sujets prédisposés à la folie; pour cela il conviendrait de rendre aussi difficile que possible le mariage d'individus atteints de tares personnelles et familiales. Si l'un des deux conjoints tenait sciemment cachée l'existence d'une tare de ce genre, le mariage devrait pouvoir être annulé et des dommages-intérêts devraient être accordés à celui des époux induit en erreur. Une visite médicale des fiancés serait aussi une mesure efficace : la crainte de cette visite ferait rompre bien des pourparlers qui, dans l'état de choses actuel, aboutissent à des unions regrettables. Quant aux alcooliques invétérés, ils devraient pouvoir être déclarés déchus de leurs droits d'époux et être abandonnés par leurs conjoints. D'autres réformes seraient encore utiles : telle l'assistance des vieillards, des veuves, des enfants misérables, des dégénérés. L'hygiène fait, elle aussi, partie de la prophylaxie de la folie; on sait, en effet, que les maladies infectieuses sont fréquemment cause de l'apparition de troubles mentaux.

Contre l'organisation actuelle de l'assistance des aliénés, M. Toulouse formule des critiques très vives, très justifiées aussi. Il montre que nos asiles ressemblent à des établissements pénitentiaires, où tout manifeste la crainte d'une évasion et l'habitude d'une discipline générale appliquée sans discernement. Les asiles d'aliénés devraient être composés de services d'une centaine de lits, ce qui les assimilerait complètement aux hôpitaux de traitement. Ils doivent être débarrassés des sujets qui n'y sont pas à leur place (déments, idiots, épileptiques, alcooliques, délinquants, vicieux incorrigibles), et pour lesquels d'autres modes d'assistance sont nécessaires.

On voit combien de questions M. Toulouse a abordées et mises au point. Nous signalerons cependant une lacune dans l'étude des causes de la folie : il s'agit de l'influence de la race dont l'examen est à peine effleuré çà et là. Certaines thèses avancées par l'auteur nous paraissent contestables, entre autres les mesures prophylactiques recommandées contre la syphilis, et l'intervention constante de l'Etat, dont les devoirs et les droits sont étendus outre mesure. M. Toulouse regrette, par exemple, que l'Etat ne puisse intervenir pour empêcher certaines unions ; il veut que l'Etat prime une consommation non alcoolique agréable et qu'il aide à sa propagation en faisant de la réclame pour ce produit. Enfin l'Etat « doit supprimer la misère ». M. Toulouse ne craint pas de s'engager dans la voie dangereuse de la réglementation à outrance, en proposant la création d'un livret sanitaire pour chaque individu vivant en France. Sur ce livret, confié à l'autorité administrative, les médecins seraient tenus de faire la déclaration de certaines maladies mentales classées. Pour empêcher les indiscrétions, les noms des titulaires seraient remplacés par des numéros dont quelques personnes seulement auraient la clef. Ces livrets, nous affirme M. Toulouse, seraient une source de richesses cliniques dont les médecins pourraient tirer parti pour l'étude de l'hérédité. L'auteur ne se fait-il pas illusion sur la sincérité et le soin avec lesquels seraient tenus ces livrets sanitaires ? Et l'intérêt scientifique plus qu'hypothétique que présenteraient ces paperasses saurait-il compenser le caractère inquisitorial d'une pareille mesure ?

Mais ce ne sont là que des critiques de détail. Il faut louer dans le travail de M. Toulouse l'abondance des matériaux, la critique judicieuse à laquelle ceux-ci sont soumis, les aperçus originaux qu'on rencontre en maint chapitre. M. Toulouse a su rajeunir, en la présentant avec clarté et élégance, parfois en la marquant d'une empreinte personnelle, plus d'une question qui paraissait épuisée. Tous ceux qui s'intéressent aux études de psychologie morbide liront avec fruit les *Causes de la Folie.*

Dr Paul Sérieux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Décembre 1895.

Séance publique annuelle. — **M. Marey**, président, fait un éloge des membres et correspondants décédés au cours de l'année. — On procède ensuite à la délivrance des prix de l'Académie pour 1895. — **M. J. Bertrand** prononce l'éloge de **François-Edouard Paris.**

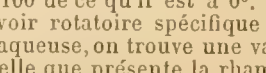
Séance du 30 Décembre 1895.

M. A. de Lapparent prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Minéralogie, par suite du décès de M. Pasteur.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Rambaud** et **Sy** adressent leurs observations des comètes Perrine (1895, 16 novembre) et Brooks (21 novembre 1895) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,316$. — **M. F. Rossard** communique ses observations de la comète Faye et de la planète Charlois (9 Décembre 1895) faites à l'Observatoire de Toulouse avec l'équatorial de $0^m,25$. — **M. J. Guillaume** donne un tableau résumant les observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de 1895. Le nombre des taches a été supérieur à celui du trimestre précédent, mais l'étendue moyenne des groupes continue à diminuer. Les groupes de facules ont un peu augmenté. — **M. G. Kœnigs** expose certaines recherches relatives aux problèmes de variations qui correspondent aux droites de l'espace. — **M. Emile Borel** donne la définition de la somme d'une série divergente, et celle d'une série uniformément sommable, puis s'appuie sur ces définitions pour établir tout un ensemble de théorèmes relatifs à la sommation des séries. En particulier : 1° si les termes d'une série sont des fonctions holomorphes dans un domaine D d'un seul tenant et si la série est uniformément sommable dans ce domaine, la somme est holomorphe dans D ; 2° la somme d'une série uniformément sommable dans un domaine D d'un seul tenant est, lorsque la série est uniformément convergente dans une portion D' de D, le prolongement analytique dans D de la fonction que la série représente dans D'. — **M. N.-U. Bougaïef** donne le théorème de Taylor sous une forme nouvelle. — **M. Autonne** continue d'étendre au cas de trois variables les propositions établies par lui et relatives aux variétés unicursales. Il résout complètement le problème proposé, non seulement pour les variétés unicursales, mais aussi pour les variétés algébriques.

2° Sciences physiques. — **M. Jean Perrin** a cherché à approfondir les propriétés des rayons cathodiques. Il établit expérimentalement que ces rayons sont chargés d'électricité négative et même la quantité d'électricité débitée par ces rayons. Les charges positives correspondantes cheminent en sens inverse de l'électricité négative et se précipitent sur la cathode. Les faits précédents permettent d'expliquer ainsi le phénomène. Au voisinage de la cathode, le champ électrique est assez intense pour briser en morceaux, en ions, certaines des molécules du gaz restant. Les ions négatifs partent vers la région où le potentiel croît, acquièrent une vitesse considérable et forment les rayons cathodiques ; leur charge électrique et, par suite, leur masse est facilement mesurable. Les ions positifs se meuvent en sens inverse ; ils forment une houppe diffuse, sensible à l'aimant, et pas de rayonnement proprement dit. — **M. Em. Marchand** a observé la lumière zodiacale au Pic du Midi et reconnu qu'elle ne consiste pas seulement en cette lueur fusiforme qu'on aperçoit à l'horizon du côté du soleil, après le coucher ou avant le lever de cet astre, mais encore en une faible traînée lumineuse, dégradée sur les bords, qui, dans le prolongement de l'axe du faisceau lumineux visible à l'horizon, fait le tour entier de la sphère céleste, sensiblement, suivant un grand cercle. En outre, l'axe de la lumière zodiacale coïncide sensiblement avec la trace du plan de l'équateur solaire. — **M. G. Quesneville** fait le calcul exact des différences de marche dans la réfraction elliptique du quartz et montre que la théorie d'Airy donne des nombres en désaccord avec les premiers. L'auteur donne l'explication de ce désaccord. — **M. Aymonnet** établit que le maximum calorifique dans les spectres prismatiques occupe une position variable avec l'époque et l'heure des observations solaires ainsi qu'avec le dispositif et la nature chimique des pièces du spectroscope. Plus le spectroscope contient de crown et de verre, plus le maximum s'avance vers le violet. — **M. Ernest Solvay** appelle l'attention sur la liquéfaction de l'air par simples détentes successives indéfiniment répétées de l'air sur lui-même. Ce principe est applicable aussi bien à la production des basses températures qu'à celles des températures élevées produites par les compressions. Pour un gaz supposé parfait, le travail de compression, de même que le travail de détente, est constant pour chacune des compressions ou des détentes adiabatiques successives effectuées dans un même cylindre, entre les mêmes limites de pression et à des températures de plus en plus élevées ou de plus en plus basses. — **M. Cailletet** espère que les détentes successives, qui ont l'avantage de ne pas limiter le froid obtenu, permettront d'amener facilement l'hydrogène à l'état liquide. — **M. E. Hardy** a installé un microphone sur chacun des deux tuyaux sonores utilisés dans sa méthode d'analyse acoustique des mélanges de deux gaz de densités différentes. Un millième de gaz d'éclairage dans l'air est accusé par trois battements en vingt secondes, deux millièmes par six battements, vingt millièmes par soixante battements dans le même temps. — **M. J. Triboulet** adresse une note relative à un bolide observé à Mustapha (Algérie), le 14 Décembre 1895. — **M. A. Poincaré** montre, par des observations faites pendant trois mois lunaires (1er septembre au 28 novembre 1883), les effets de la révolution synodique de la lune sur la distribution des pressions dans la saison d'automne. — **M. H. Le Châtelier** a étudié les conditions de la combustion de l'acétylène ; brûlé avec son volume d'oxygène, l'acétylène est susceptible de donner une température de 4000°, supérieure de 1000°, par conséquent, à la flamme du mélange oxhydrique, avec des produits de combustion entièrement formés d'oxyde de carbone et d'ydrogène, c'est-à-dire des gaz réducteurs. La température d'inflammation est voisine de 480°, c'est-à-dire beaucoup plus basse que celle des autres gaz combustibles qui est, pour la plupart, voisine de 600°. L'auteur a étudié les réactions chimiques de la combustion et les limites d'inflammabilité en fonction de la proportion d'air ou d'oxygène mélangée. — **M. L. Maquenne**, au cours de ses recherches sur les métaux alcalino-terreux, a appelé l'attention sur la propriété que possèdent les métaux de donner directement avec le carbone et avec l'azote des combinaisons définies. Un mélange de magnésium et de chaux permet d'absorber rapidement l'oxygène et l'azote de l'air ; il reste de l'argon presque pur. —

M. **Lucien Lévy** a repris l'étude de l'action du silicium sur le chlorure de titane ; en opérant à la plus haute température d'un grand fourneau à vent, il a pu obtenir des cristaux d'une combinaison de silicium et de titane Ti^2Si. A côté de ce composé, il semble se former aussi du titane cristallisé. — M. **D. Gernez** a étudié la question de la multirotation des sucres en mesurant le pouvoir rotatoire spécifique de ces corps maintenus liquides (en surfusion) et observés aux différentes températures inférieures au point de fusion. 1° Le pouvoir rotatoire de la rhamnose surfondue diminue régulièrement lorsque la température s'élève et, pour une variation de température de 100°, il devient les 61/100 de ce qu'il est à 0°. 2° Si l'on détermine le pouvoir rotatoire spécifique de la rhamnose en solution aqueuse, on trouve une valeur plus grande de 1/10 de celle que présente la rhamnose surfondue. On n'a donc pas le droit de supposer que le corps actif dont on mesure le pouvoir rotatoire soit bien la rhamnose $C^6H^{12}O^5$, H^2O. — M. **Charles Lauth** a préparé et étudié les dérivés nitrés et amidés de l'oxalamido thiophénol :



Les diaminées sont des corps jaunes, qui teignent les fibres animales et le coton non préparé en un très beau jaune. On peut en dériver des diazoïques donnant des teintures d'un éclat et d'une pureté remarquables, très stables aux acides et aux alcalis, mais assez fugaces à la lumière, comme les colorants de la déhydrothiotoluidine et les primulines. — M. **Albert Colson** indique un procédé donnant, simultanément et avec les meilleurs rendements, les monochlorhydrates d'amides et les chlorures d'acides. On mélange un nitrile avec un acide et l'on sature par de l'acide chlorhydrique sec le mélange refroidi à 0°. La réaction est celle-ci :

$$RCAz + R'CO^2H + 2HCl = RCOAzH^2.HCl + R'COCl.$$

La formation des chlorures d'acides se fait encore plus aisément quand on remplace l'acide à chlorure par son anhydride. — M. **A. Brochet** a vérifié que le chlore et le brome donnent de l'oxyde de carbone en agissant sur l'aldéhyde formique. Cet oxyde est transformé en acide carbonique par le passage intermédiaire en dérivés chlorés et bromés. Ces productions secondaires, oxyde de carbone et acide carbonique, ont lieu également quand on prépare l'aldéhide formique par combustion incomplète de l'alcool méthylique et expliquent les mauvais rendements auxquels on arrive. — MM. **Barbier** et **Bouveault** ont étudié l'action de la combinaison de l'aldéhyde contenue dans l'essence de lémon grass avec la semi-carbazide ; ils ont obtenu trois semicarbazones isomères et répondant toutes à la formule :

$$C^{10}H^{16} = Az - AzH.CO.AzH^2.$$

A deux de ces semi-carbazones préparées en quantité suffisante correspondent deux aldéhydes distinctes contenues dans l'essence. — M. **J. de Rey-Pailhade** a reconnu que la laccase et le philothion se rencontrent ensemble dans beaucoup de graines à croissance rapide et que la laccase y détruit le philothion par oxydation avec production d'acide carbonique. — M. **D. Sidersky** donne un procédé permettant la détermination simultanée de l'acidité minérale et organique dans le jus de betteraves, détermination importante car du rapport de ces deux quantités dépend la régularité de la fermentation alcoolique. Son procédé consiste à utiliser, comme réactif colorant, la matière colorante de la betterave qui vire après la neutralisation des acides minéraux. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Ranvier** étudie le développement des lymphatiques, et démontre qu'ils croissent du centre à la périphérie comme des glandes; pour l'auteur, le système lymphatique peut être considéré comme une immense glande vasculaire, ayant son origine embryologique dans le système veineux et déversant dans les veines son produit de sécrétion. Ce produit de sécrétion est la lymphe. — **Albert Ier**, prince de Monaco, rend compte de la deuxième campagne scientifique que la *Princesse-Alice* a effectuée pendant les mois de juin, juillet et août derniers, au voisinage des Açores. Il a été fait des sondages, des dragages de 550 mètres à 4443 mètres. La capture d'un cachalot a permis de trouver dans son estomac plusieurs céphalopodes de grande taille dont un couvert d'écailles. — M. **Suess** résume l'histoire des Océans. A l'époque triasique, il y avait un grand Océan à la place du Pacifique d'aujourd'hui, mais débordant le contour actuel au Pérou, en Californie, au Japon, en Australie. Cet Océan émettait deux branches, l'une à travers la Sibérie orientale et jusqu'au Spitzberg, — c'est la branche arctique, — et l'autre à travers toute l'Asie centrale et les Alpes jusqu'à la Méditerranée occidentale, qui a reçu le nom de Téthys, mer aujourd'hui disparue, dont certaines parties de la Méditerranée actuelle, beaucoup plus anciennes que l'Atlantique, forment les derniers restes. — M. **Danilewsky** étudie l'influence de la lécithine sur la croissance et la multiplication des organismes. La lécithine injectée aux chiens augmente considérablement le nombre des globules rouges du sang. On doit attribuer à la lécithine une influence stimulante directe d'une grande importance sur les processus de multiplication des éléments cellulaires, c'est-à-dire sur l'agrandissement du nucleus et, de là, sur sa métamorphose de multiplication. — M. **A. Amaudrut** étudie comparativement la masse buccale chez les Gastéropodes et particulièrement chez les Prosobranches diotocardes. — M. **Joubin** a examiné les Céphalopodes recueillis dans l'estomac d'un cachalot pendant le campagne scientifique de S. A. le Prince de Monaco aux Açores. Parmi eux se trouvent deux céphalopodes qui s'éloignent de tout ce qui est connu chez ces animaux. L'auteur propose de les appeler *Lepidoteuthis*. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 Décembre 1895.

M. **Brouardel** fait un rapport sur un mode de traitement de l'impaludisme proposé par le Dr **Critzmann**. Les lésions de la rate et de la moelle osseuse étant manifestes dans l'impaludisme, M. Critzmann fit ingérer à quelques malades, qui en étaient atteints, de la rate et de la moelle osseuse de bœuf. Il survint une amélioration marquée, mais les observations sont trop peu nombreuses ponr permettre une conclusion. — M. **Hervieux** fait une communication sur la variolovaccine. — M. **Panas** communique les résultats de sa nouvelle méthode de traitement du strabisme non paralytique par élongation des muscles oculaires. — M. le Dr **Clozier** lit un travail sur l'atonie gastro-intestinale. — M. **Lejars** envoie une note sur la cholécystectomie dans la lithiase biliaire.

Séance du 31 Décembre 1895.

M. **Blache** est élu associé libre en remplacement de M. Marjolin, décédé. — M. **Hanriot** est élu trésorier en remplacement de M. Caventou, nommé vice-président. — M. **Vallin** fait un rapport sur un mémoire de MM. les Drs **Dubousquet-Laborderie** et **L. Duchesne** concernant la diminution de la fièvre typhoïde dans la commune de Saint-Ouen. Cette diminution doit être attribuée à la substitution d'eau filtrée à l'eau détestable qu'on y buvait autrefois. Ce fait montre une fois de plus la nécessité de donner de l'eau pure aux habitants des villes et des campagnes.

Séance du 7 Janvier 1896.

M. **Empis**, président sortant, résume les travaux de l'Académie pendant l'année qui vient de s'écouler. On

procède ensuite à l'installation du Bureau pour 1896. — M. **Artaud**, de Vevey, présente ses recherches sur la teinture mère de marrons d'Inde dans le traitement des hémorroïdes et sur l'action du suc exprimé de carottes dans l'impetigo et la tuberculose.

Séance du 14 Janvier.

M. **G. Lagneau** entretient l'Académie de la situation des enfants privés des soins de leurs mères. La privation des soins maternels pour les enfants assistés, pour les enfants abandonnés par les nourrices placées sur lieu, pour les enfants envoyés en nourrice loin de leurs mères, accroît la mortalité dans une énorme proportion. Pour remédier à cet état de choses, il faudrait : 1° multiplier tous les moyens qui permettent à des mères de plus en plus nombreuses de conserver près d'elles leurs enfants : tels sont les maternités, asiles, refuges, crèches, ouvroirs, pouponnières, distributions gratuites de lait pur, secours suffisants pour que les mères indigentes deviennent les nourrices payées de leurs propres enfants; 2° étendre aux enfants de plus en plus nombreux la salutaire loi du 23 décembre 1874 pour la protection du premier âge.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Décembre 1895.

MM. **A. Gilbert** et **S. Dominici** ont étudié l'antisepsie intestinale produite par les purgatifs salins (sulfate de soude ou de magnésie). Le nombre des microbes augmente d'abord, puis diminue et tombe au-dessous de la moyenne; il se produit ainsi une aseptie, sinon absolue, du moins remarquable du tube digestif. — M. **Mosny** a trouvé que le sérum sanguin du lapin constituait le meilleur milieu de culture pour le pneumocoque. — MM. **Charrin** et **Cassaing** ont étudié expérimentalement le rôle phagocytaire des follicules clos de la muqueuse intestinale. — MM. **Mollard** et **Regaud** envoient une note sur les lésions du cœur provoquées expérimentalement par la toxine diphtérique. — MM. **Gilbert** et **Claude** ont recherché le mode de formation des tubercules des voies biliaires en injectant le bacille tuberculeux dans le canal cholédoque. — M. **Leguen** communique une observation de tuberculose ascendante de la glande parotide. — M. **de Massary** a constaté que les lésions décrites par M. le Dr Nageotte comme étant la cause immédiate du tabes, sont absolument banales, n'altèrent en rien la vitalité des neurones sensitifs et moteurs et perdent ainsi toute spécificité. — La Société procède à l'élection d'un membre. M. **Binet** est élu. — La Société constitue ensuite son bureau pour 1896. Sont nommés : Président : M. **Chauveau**; Vice-Présidents : MM. **Charrin** et **Giard**; Secrétaire général : M. **Dumontpallier**; Secrétaires : MM. **Capitan**, **Pilliet**, **Bouvier** et **Suchard**; Trésorier : M. **Beauregard**; Archiviste : M. **Retterer**.

SOCIETÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Décembre 1895.

M. **Maneuvrier** expose *les origines de la question du rapport* $\frac{C}{c}$ *des chaleurs spécifiques des gaz.* Newton a le premier donné la formule de la vitesse du son et a fait le calcul en supposant que, dans la propagation des ondes sonores, la température de l'air ne varie pas. Après les déterminations des membres de l'Académie des Sciences, en 1738, il devient absolument certain que l'écart entre le résultat de Newton et la valeur observée, écart qui atteint $\frac{1}{6}$, ne tenait pas à des erreurs d'expérience. Lagrange fit remarquer qu'on pourrait supprimer l'écart en admettant que l'élasticité de l'air dans la compression croît plus vite que la densité, mais il ne s'arrêta pas à cette idée. C'est Laplace qui indiqua le premier, en 1802, que la température de l'air devrait varier par suite du dégagement instantané de chaleur causé par la compression. Poisson, en 1807, mit à profit cette remarque de Lagrange et mit la relation entre la vitesse vraie V et la vitesse V_n calculée par Newton sous la forme $V = V_n\sqrt{1+K}$. Les données expérimentales connues au temps de Poisson ne permettaient pas de calculer directement la valeur de K; Poisson se contenta de la déduire de la valeur connue de V; il trouva $1 + K = 1{,}4254$. En 1816, Laplace développa lui-même son hypothèse et démontra la formule $V = V_n\sqrt{\frac{C}{c}}$. Pour calculer $\frac{C}{c}$, il utilisa, dans des raisonnements basés sur l'hypothèse de le conservation du calorique, les résultats d'expériences contenues dans un mémoire de Delaroche et Bérard sur les chaleurs spécifiques des gaz publié en 1812. En 1819 parut un mémoire intitulé : Détermination expérimentale du zéro absolu de chaleur et du calorique spécifique des gaz, par MM. Desormes et Clément, manufacturiers, où est décrite pour la première fois l'expérience, restée classique, mais tout autrement interprétée aujourd'hui puisque les auteurs cherchaient à déterminer le « calorique absolu de l'espace ». En 1823, Laplace, utilisant les résultats de cette expérience, calcula une nouvelle valeur 1,354 de $\frac{C}{c}$ qui mit presque complètement d'accord la formule théorique avec la vitesse observée du son. Poisson lui-même démontra que sa formule était identique à celle de Laplace et donna une démonstration plus simple et plus rigoureuse. Plus tard enfin, Gay-Lussac et Welter, les premiers, exécutèrent l'expérience de Clément et Desormes, dans le but de déterminer avec plus d'exactitude le rapport $\frac{C}{c}$; ils trouvèrent des nombres variant entre 1.372 et 1.374. De nombreux expérimentateurs ont depuis repris ces recherches. — M. **Javal** présente une explication de certaines illusions d'optique bien connues. Dans ces illusions, qui portent sur des lignes tracées sur un plan avec des dispositions analogues à celles que l'œil est habitué à rencontrer, la perception est faussée par l'interprétation habituellement évoquée par les lignes ainsi disposées. Répondant à une observation de M. Pellat, M. Javal explique pourquoi, après avoir observé, du haut d'un pont, un train passant sous ses pieds avec une vitesse modérée, un observateur qui continue à porter les yeux dans la même direction croit voir les rails filer en sens inverse de la marche du train. Pendant le passage du train, l'œil de l'observateur est animé en réalité de deux mouvements; l'un, relativement lent, permet de suivre un point déterminé de chaque wagon; l'autre, très brusque, ramène l'œil, après le passage d'un wagon, sur un point du wagon suivant que l'on fixe à son tour et ainsi de suite. Après le passage du dernier wagon, ces deux mouvements continuent pendant quelque temps. Le mouvement brusque est trop rapide pour être accompagné d'aucune sensation visuelle; le mouvement lent promène l'œil sur des points du rail qui vont en se rapprochant de l'observateur et celui-ci croit voir le rail se déplacer en sens inverse. — M. d'Arsonval décrit les accumulateurs de M. **René Blot**. Ces accumulateurs n'ont pas d'oxydes rapportés. On distingue deux parties : le cadre, avec une âme en plomb antimonié, la partie active constituée par des rubans de plomb qu'on enroule sur l'âme à la façon des fils sur une navette. Ces rubans ont de 0,5 à 1 millimètre d'épaisseur et 1 centimètre de largeur, les uns sont plats avec un quadrillage tel que celui d'une lime, obtenu mécaniquement et les autres plissés; ils alternent dans le cadre. Le montage effectué, on coupe le cadre en deux et on a un élément d'accumulateur; les rubans de plomb pendent de part et d'autre et on a laissé du champ pour le foisonnement qui accompagne l'oxydation. Ces accumulateurs présentent le très grand avantage d'exiger infiniment moins de soins et de pré-

cautions que les appareils ordinaires. On peut leur demander un régime de décharge de 25 ampères par kilo, les laisser en court circuit des journées entières sans les détériorer. La capacité au moment de la formation est de 10 ampères par kilog; elle va en croissant par la suite. Ils conservent très longtemps leur charge; des accumulateurs, chargés à saturation le 15 juillet, n'avaient perdu, au mois de novembre, qu'un tiers de leur charge. D'autres ont parfaitement fonctionné après avoir été longtemps laissés complètement à sec. Le rendement déterminé par M. Preece, au Post-Office de Londres, est de 0,856 en quantité et de 0,756 en énergie. Quant à la capacité, voici quelques chiffres de comparaison qui donnent des ampères-heure par livre anglaise :

Epistein.....	4.34	Système Planté
Chloride.....	4.78	A pastilles
E. P. S.....	2 40	»
Headland.....	2.64	?
Lithanode.....	3.58	A pastilles
Blot.....	4.85	

M. de Nerville a trouvé pour les deux rendements les valeurs comprises respectivement entre 91 et 93 °/₀ et 74 et 76 °/₀. C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 4 Décembre 1895.

M. **Joffre** a constaté expérimentalement que le phosphate rétrogradé a une valeur fertilisante inférieure à celle du phosphate tricalcique. — M. **Henri Lasne** constate d'abord l'existence, dans la partie des superphosphates insoluble dans l'eau et soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin, des phosphates de fer et des phosphates d'alumine, mais aussi la présence du phosphate bicalcique. L'examen microscopique permet de reconnaître très nettement le phosphate bicalcique cristallisé. Il fait remarquer que les résultats obtenus par M. Joffre sont en désaccord avec ceux d'autres expérimentateurs, mais qu'ils peuvent s'expliquer par ce fait que les expériences ont été faites sur une terre très siliceuse. — La Société a reçu une note de M. **Collet** sur la triphényléthanone.

Séance du 13 Décembre 1895.

M. **Béchamp** résume ainsi l'ensemble des faits qu'il a démontrés dans ses études sur le lait : 1° L'aigrissement est le phénomène essentiel de l'altération du lait; c'est une fermentation complexe, lactique, acétique et alcoolique, sans dégagement de gaz. 2° Ce que l'on appelle la coagulation du lait aigri est un phénomène secondaire : la précipitation de la caséine des caséinates du lait par les acides lactique et acétique de l'aigrissement. 3° L'acide lactique ne coagule pas le lait; il précipite la caséine des caséinates et peut la redissoudre ensuite. 4° Le lait, au moment de la mulsion, contient déjà de l'alcool et de l'acide acétique; ils ne font qu'augmenter pendant et après l'aigrissement et la précipitation qui lui succède. 5° Les microzymes sont innombrables dans le lait dès l'issue de la glande, ils peuvent en être isolés. 6° Les phénomènes de l'aigrissement et de la formation du caillé sont les mêmes à l'abri absolu de l'air, en présence de la créosote ou sans créosote, au contact d'un volume limité d'air ou d'un volume illimité de cet air commun, même quand on ne prend aucune précaution contre les poussières atmosphériques. 7° Dans tous les cas, au moment où l'aigrissement a amené la formation du caillé, on ne découvre pas autre chose que les microzymes dans la préparation. 8° La créosote, le phénol, etc., à certaines doses déterminées, retardent plus ou moins le phénomène, mais il s'accomplit toujours de la même manière. 9° Après la formation du caillé, même en présence de la créosote à dose convenable pendant l'aigrissement, des bactéries apparaissent inévitablement dans le lait. Ces bactéries paraissent d'une seule espèce. 10° Les bactéries ne sont que la dernière phase de l'évolution des microzymes; les phases qui précèdent sont les microzymes en forme de 8 et des chapelets à 3, 4, 5, 6 microzymes. 11° L'évolution des microzymes du lait créosoté est nécessairement fonction de la température de l'étuve (30°). 12° Le lait créosoté à la dose qui permet l'évolution microbienne des microzymes, peut être séparé de ses microzymes et globules laiteux par une filtration soignée aux environs de zéro. Le liquide limpide est désormais inaltérable au contact d'un volume limité d'air. 13° La créosote, le phénol, l'éther, le chloroforme, le sublimé, à dose suffisante, à la température ordinaire de notre climat, empêchent absolument l'évolution des microzymes du lait. Si la dose est assez forte, elle l'empêche même à la température de 30 à 40°. Sous l'influence de ces agents, employés aux doses qui empêchent l'évolution des microzymes, à la température ordinaire, ou à 25, 30, 40°, l'aigrissement ne se produit plus; mais un certain mode de coagulation se manifeste après un temps plus ou moins long, qui peut aller à six mois. 15° Les microzymes laiteux deviennent bactéries par évolution, lorsqu'ils ne sont plus dans leurs conditions normales d'existence, qui sont réalisées physiologiquement dans la glande mammaire; inversement, les bactéries peuvent, par régression, se résoudre en microzymes lorsque, pour elles aussi, les conditions d'existence viennent à changer. Ce qui est vrai des microzymes laiteux, l'est de ceux des humeurs et tissus; de telle façon que, généralement, les microzymes atmosphériques sont des microzymes de bactéries et peuvent avoir acquis d'autres fonctions. — M. **Tanret**, en précipitant par l'alcool absolu une solution concentrée de galactose très pure, préalablement chauffée, isole du galactose β. Ces deux corps sont bien des espèces chimiques différentes, car on a pour le galactose α : ($\alpha_D = +140°$) et pour le galactose β ($\alpha_D = +81°60$). Si l'on opère en présence d'un millième de phosphates alcalins ou alcalino-terreux et si on fractionne la précipitation, on obtient un produit de pouvoir rotatoire inférieur à + 81°6. En recommençant les fractionnements, on finit par obtenir un produit de pouvoir rotatoire $\alpha_D < +53°$. — M. **Moureu** a reconnu la présence de l'argon et de l'hélium dans une source d'azote naturelle. — M. **H. Lasne** donne une méthode de dosage de l'alumine dans les phosphates naturels. La soude caustique dissout complètement l'alumine, en présence d'un excès d'acide phosphorique. Les autres bases restent insolubles, soit à l'état libre, soit à l'état de phosphates. Une double précipitation permet ensuite de séparer l'alumine. — M. **Jay** a reconnu la présence de l'acide borique dans tous les végétaux qu'il a étudiés; cet acide est très répandu et les végétaux l'absorbent partout où ils le rencontrent. Les animaux ne l'utilisent pas pour la formation du lait ou du sang, cependant on en trouve dans l'urine. — M. **Grimaux** a constaté que le quinéthol est dépourvu de toute action thérapeutique. Le nitroquinéthol, obtenu par nitration directe de la base, permet de reconnaître l'acide nitrique ou les nitrates en solution acide. Il se forme dans ces conditions un précipité très peu soluble, encore caractéristique dans des solutions à $\frac{1}{1.000}$. — M. **Adolphe Carnot** adresse les notes suivantes : 1° Sur les cristaux des scories de déphosphoration; 2° Sur quelques phosphates d'alumine naturels et sur un gisement de minervite; 3° Emploi de l'eau oxygénée dans le dosage pondéral et volumétrique du chrome et du manganèse; 4° Sur l'oxydation du cobalt ou du nickel en liqueur alcaline et en liqueur ammoniacale; application au dosage de ces métaux; 5° Sur le dosage de faibles quantités d'arsenic. E. Charon.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

325,9

LES PRODUCTIONS COLONIALES NÉERLANDAISES

ET LE MUSÉE COLONIAL DE HAARLEM

Au moment où la France vient d'agrandir son domaine colonial, il importe d'étudier les moyens de mettre en valeur ces immenses territoires conquis à prix d'argent et de sang. Se préoccuper de l'exploitation des richesses naturelles de nos nouvelles possessions, rechercher les cultures les plus productives et les plus rémunératices à y introduire, telles sont actuellement les questions que se posent le colon et le commerçant français. Dès lors, n'est-il pas intéressant de savoir ce que font nos voisins coloniaux, de connaître leurs défauts pour les éviter et leurs qualités pour les acquérir?

Or, parmi toutes les nations coloniales, il en est une qui mérite une attention spéciale, et par la richesse de ses possessions, et par sa méthode de colonisation : c'est la Hollande.

Les colonies néerlandaises peuvent, en effet, être classées parmi les colonies européennes les mieux cultivées et les mieux administrées. De plus, les Hollandais opèrent, en Extrême-Orient, dans le voisinage de l'Annam et du Tonkin, et, à la Guyane et aux Antilles, dans notre voisinage immédiat. Nous ne devons pas oublier non plus que le jour où nos colonies d'Indo-Chine seraient sérieusement mises en rapport, nous pourrions trouver dans le voisinage des Indes Néerlandaises un important élément de trafic. Enfin, les Hollandais nous ayant précédés de plusieurs siècles dans la voie coloniale, leur œuvre peut, sinon nous servir de modèle, du moins nous donner de précieux renseignements.

Pour toutes ces raisons, nous voudrions, dans cette *Revue*, appeler l'attention sur la façon dont la Hollande sait étudier les richesses naturelles de ses colonies et en tirer profit. Elle a institué à Haarlem un Musée où elle centralise les productions minérales, forestières et culturales de ses possessions lointaines, et elle s'applique à vulgariser la connaissance scientifique de ces produits par la publication d'atlas richement illustrés, qu'elle répand dans ses écoles. Cette intelligente entreprise, méthodiquement poursuivie, mérite qu'on la signale.

Avant de la décrire, il convient d'indiquer l'importance du domaine colonial de la Hollande et d'en considérer les richesses. Nous utiliserons, à cet effet, des documents récemment recueillis au cours d'une mission dont nous venons de nous acquitter et que nous avait confiée M. le Ministre des Colonies.

I. — Le domaine colonial hollandais.

§ 1. — Premiers essais de colonisation.

La mer, qui entoure presque complètement la Hollande, devait forcément attirer l'activité des Hollandais. Aussi, la grande pêche les ayant habitués aux expéditions lointaines, ils devinrent rapidement d'intrépides navigateurs. Dès le XVIe siècle, ils connaissaient les Indes par les récits des Portugais : à cette époque, Lisbonne était l'entrepôt de

l'Europe; et c'étaient les Hollandais qui distribuaient au reste de l'Europe les marchandises coloniales accumulées à Lisbonne. Pendant longtemps ils se contentèrent d'être les *facteurs* et les *courtiers* de l'Océan ; mais ils eurent bientôt l'idée d'aller chercher eux-mêmes les marchandises aux Indes. Plusieurs marchands d'Amsterdam créèrent alors, en 1594, la *Compagnie des Pays lointains*, qui donna quelques profits. Au commencement du XVIIe siècle se fonda une nouvelle société coloniale, la *Compagnie des Indes Orientales*, et celle-ci prospéra rapidement. Bientôt le drapeau hollandais flotta au Brésil comme à Ceylan, à Java comme au Cap de Bonne-Espérance.

Ce qui est remarquable, dès cette époque, c'est que, partout dans leurs colonies, les Hollandais sont des marchands : nulle part ils n'essaient de s'établir en colons, ni de prêcher le christianisme, ni de propager leur langue, ni de détrôner les princes. Ils se contentent d'être les premiers *épiciers* du globe. Un négociant hollandais de la fin du XVIIe siècle a prononcé ces paroles qui donnent une idée des aptitudes commerciales de ce peuple : « *Si l'on pouvait, par mer, faire un commerce avec l'enfer, je hasarderais d'y aller brûler mes voiles.* »

En somme, la politique des Hollandais est toute commerciale, et leur ambition se borne à servir d'intermédiaires entre l'Europe et les Indes.

§ 2. — Domaine colonial actuel.

Les colonies néerlandaises occupent encore aujourd'hui une superficie d'environ 2 millions de kilomètres carrés, c'est-à-dire 60 fois la superficie des Pays-Bas (fig. 1) ; leur population atteint 35 millions d'habitants, près de 10 fois celle de la Hollande. Il est certain que, sans cet immense empire colonial, la Hollande serait disparue depuis longtemps, engloutie par un des grands pays voisins.

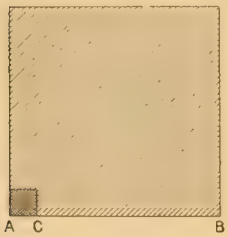
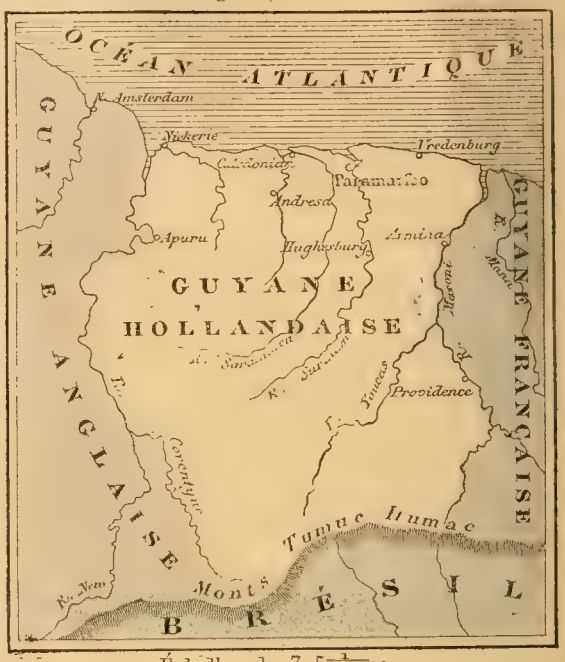


Fig. 1. — *Superficies comparées de la Hollande* (A C), *et de son empire colonial* A B).

Ces colonies peuvent se répartir en deux groupes :

1° Les INDES OCCIDENTALES comprenant la *Guyane hollandaise* (fig. 2) et quelques Antilles, dont *Curaçao* (fig. 3). Un arbitrage du Czar de Russie a déterminé, à la Guyane, la limite des possessions françaises et hollandaises : il attribue à la Hollande le territoire compris entre les deux sources du Maroni ;

2° Les INDES ORIENTALES (fig. 4, page 115), comprenant la plupart des îles de la Sonde : *Java*, *Sumatra*, *Banca*, *Billiton*, *Bali*, *Lombok*, *Sumbava*, *Florès*, la plus grande partie de *Bornéo* (le reste appartient aux Anglais), les *Célèbes*, les *Moluques*, la moitié de *Timor* (l'autre partie est portugaise), la partie occidentale de la Nouvelle-Guinée (dont le Nord est allemand et l'Est anglais).



Échelle de $\frac{1}{7.500.000}$

Fig. 2. — *Guyane hollandaise.*

Toutes les îles de la Sonde peuvent, comme l'ont montré les travaux de Wallace, se partager en deux régions :

1° L'une, comprenant *Java*, *Sumatra* et *Bornéo*, est reliée à l'*Indo-Chine* par un plateau sous-marin recouvert de 50 mètres d'eau ; sa flore et sa faune sont asiatiques ;

Échelle de $\frac{1}{7.500.000}$

Fig. 3. — *Possessions hollandaises aux Antilles : Curaçao, Oruba, Buen-Aire.* — (Les Possessions de la Hollande sont représentées en blanc).

2° L'autre, comprenant les *Célèbes*, les *Moluques* et la *Nouvelle-Guinée*, se rattache plutôt à l'*Australie*, dont elle a, du reste, la flore et la faune. Ces

deux régions sont séparées l'une de l'autre par la *ligne de Wallace*, véritable fosse de 36 kilomètres de largeur et de 1.000 mètres de profondeur, passant par les détroits de Lombok et de Makassar. C'est surtout dans la partie des Indes orientales, située au nord de la *ligne de Wallace*, en particulier à *Java*, *Sumatra*, *Bornéo*, que la méthode de colonisation hollandaise peut être bien mise en évidence, et c'est là principalement que nous allons l'étudier. Nous laisserons de côté la Guyane hollandaise dont les forêts sont très riches, mais aussi très difficilement exploitables à cause de leur insalubrité.

§ 3. — Le sol et les richesses minérales.

Le sol est, dans toutes les îles de la Sonde, de nature volcanique sur les pentes, de nature alluviale dans les plaines. Le relief du sol est dû aux nombreux volcans qui s'alignent depuis Sumatra jusqu'à Timor et aux Moluques. Plus de 50 volcans sont encore en activité. A Java, en particulier, ces volcans dressent partout à l'horizon leurs cimes, qui atteignent souvent plus de 3.000 mètres d'altitude. L'île de Bornéo, seule, n'a pas de volcans.

Malgré les pluies abondantes, le développement des fleuves est peu considérable, car les montagnes, très proches de la mer, ne laissent former que des torrents. Cependant, Sumatra et Bornéo ont quelques fleuves très importants pour la pénétration commerciale.

Les *richesses minérales* des Indes néerlandaises n'ont qu'une importance secondaire. L'*étain* cependant constitue, pour certaines îles, comme Banca et Billiton, une véritable richesse : la production de Banca s'élève à 10 millions de francs par an, et celle de Billiton à 16 millions. On a beaucoup parlé de l'*or* et des *diamants* de Bornéo ; mais, si nous en croyons M. A. Chaper, ingénieur français, qui a exploité récemment la vallée du Kapoeas à Bornéo, ces exploitations sont maigres, au moins dans la région hollandaise. Les diamants qu'il a vus à Bornéo rappellent ceux de l'Indoustan ; ils sont légèrement teintés et ont peu d'éclat. Un Chinois cependant lui présenta un diamant incolore, limpide, avec la cristallisation « en échelons », caractéristique des cristaux de l'Afrique australe. C'est, à n'en pas douter, dit M. Chaper, un diamant du Cap, importé à Bornéo par le Chinois pour faire valoir aux yeux des naïfs, amateurs de concessions, la richesse des terrains qu'il exploite. Disons qu'en 1885, les diamants trouvés à Bornéo ont donné 2 millions de francs.

Le *charbon* est surtout abondant à Sumatra, où des mines ont été récemment découvertes à Sawah Lœntoh, et pour l'exploitation desquelles les Hollandais ont construit un chemin de fer de montagne, magnifique travail qui a duré 5 années et coûté 40 millions.

Échelle de $\frac{1}{35.000.000}$

Fig. 4. — *Indes orientales.* — (Les possessions de la Hollande sont représentées en blanc.)

Enfin, près de Sourabaya, qui est l'arsenal maritime javanais, se trouvent d'importantes exploitations de *pétrole*. Le pétrole est conduit par de longs tuyaux jusqu'à Samarang, où sont de grands dépôts pour la vente. L'exploitation de ces nouveaux gisements est d'une grande importance au moment où l'usage des moteurs à pétrole prend un développement considérable.

Pour l'exploitation des mines, les indigènes, trop indolents, sont peu utilisés ; on emploie des Chinois qui, dans tout l'Archipel, sont plus de 500.000. Malgré les Hollandais, cette *infiltration* chinoise va en croissant ; les *Celestials* détiennent la plus grande partie du commerce : ce sont les financiers des Indes néerlandaises.

§ 4. — La flore, les forêts, les cultures coloniales.

1° *La flore.* — Dans toutes les îles de la Sonde la nature du sol, le relief et le climat chaud et humide, favorisent le développement d'une végétation vraiment merveilleuse. Les pluies sont abondantes; la température moyenne, à cause de l'influence modératrice de la mer, est presque constante (25 degrés); elle ne varie pas de 1 degré, du mois le plus froid au mois le plus chaud.

De l'ouest à l'est, cette flore offre toutes les transitions entre la flore *asiatique* et la flore *australienne.* Elle est aussi très variée dans la même île, à cause du relief; les zones de végétation se succèdent sur les pentes, depuis le niveau de la mer jusqu'aux sommets volcaniques.

Fig. 5. — *Palais du Gouverneur général des Indes Néerlandaises, au centre du Jardin Botanique à Java.*

Nulle part, dans le monde entier, on ne saurait trouver, pour l'étude de la flore et des cultures tropicales, des conditions aussi favorables qu'au célèbre Jardin botanique de Buitenzorg [1], à Java. Les Hollandais, avec l'esprit de méthode qui les caractérise, ont réuni là, depuis 50 ans, toutes les plantes qui sont une ressource pour l'exploitation ou un ornement pour leurs colonies.

Ce jardin coûte près de 400.000 francs par an; il est situé à 300 mètres d'altitude, au pied de la chaîne de volcans qui forme comme l'épine dorsale de Java. Il comprend trois parties :

1° Un *jardin botanique*, exclusivement scientifique, et au milieu duquel se trouve le Palais du Gouverneur général des Indes Néerlandaises (fig. 5). A citer la collection de Palmiers, qui est unique au monde, tant il y a d'espèces; les Multipliants dont chaque arbre est une forêt, les *Pandanus*, les Orchidées, les *Victoria Regia* aux gigantesques feuilles flottantes, les Fougères arborescentes, etc. ;

2° Un *jardin d'essai*, situé à un quart d'heure de la ville et d'une étendue de 70 hectares: il est consacré aux cultures coloniales, et l'on y trouve toutes les plantes utilisées dans l'alimentation, dans l'industrie et dans la médecine;

3° A Tjibodas, à quelques lieues de Buitenzorg, et à 1.350 mètres d'altitude, sur les flancs d'un volcan, le Gédé, se trouve un véritable morceau de *forêt vierge* : c'est la forêt tropicale dans toute sa majesté et dans toute sa richesse.

Enfin, à ce jardin sont annexés un musée très riche, des laboratoires admirablement installés pour l'étude de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie végétales, et aussi pour l'étude des propriétés médicinales et industrielles des plantes.

L'Administration coloniale a même créé, en 1885, un laboratoire pour les étrangers. Depuis cette époque y sont venus travailler : 14 Hollandais, 14 Allemands, 6 Autrichiens, 4 Russes, 1 Suédois, 1 Anglais. *Pas un Français!* Et cependant la France possède, sous les tropiques, d'immenses colonies. Le savant français serait assuré de trouver près des savants hollandais un accueil des plus sympathiques. Dernièrement encore, M. Treub, l'éminent directeur du Jardin de Buitenzorg, adressait un appel chaleureux aux savants français : je n'ai pas connaissance qu'il ait été entendu.

Et, cependant, nous dit M. Lefaivre, un de nos anciens consuls à Batavia[1], une somme de 5.000 fr., y compris les frais de voyage et d'un séjour de plusieurs mois, suffirait au savant français. C'est un très léger sacrifice pour notre Gouvernement, si l'on tient compte des faits scientifiques et des renseignements pratiques qu'un esprit avisé pourrait y moissonner.

2° *Les forêts et l'exploitation forestière.* — Dans un pays nouveau, les sociétés coloniales débutent toujours par l'exploitation des richesses *naturelles*, des forêts; puis vient la période agricole, pendant laquelle les colons *cultivent* les produits indispensables à notre existence; plus tard, enfin, pour utiliser ces produits nouveaux, s'installent des *usines* ; c'est la période industrielle.

Les forêts occupent, dans les îles de la Sonde, les pentes des montagnes. C'est la forêt tropicale

[1] Buitenzorg est une ville située à 80 kilomètres de Batavia, et lui est rattachée par un chemin de fer.

[1] J. Lefaivre, *Le Jardin Botanique de Buitenzorg*, in *Correspondant*, 1894.

avec ses arbres gigantesques abritant les fougères arborescentes, avec ses lianes faisant le pont d'un arbre à l'autre, avec ses nombreuses Orchidées tapissant les vieux troncs.

La plupart de ces forêts sont encore inexplorées et inexploitées : celles de Java et de Sumatra sont les mieux connues, mais celles de Bornéo, des Moluques et des Célèbes sont à peu près inconnues et constituent de vastes réserves pour les recherches scientifiques et industrielles.

Dans ces îles, la végétation est généralement répartie de la façon suivante : à la périphérie, des forêts épaisses ; vers l'intérieur, la forêt s'éclaircit ; et, enfin, au centre, des savanes.

Les forêts fournissent en abondance des bois de construction, d'ébénisterie ou de teinture : ébène, acajou, bois de fer, santal, bois de teck, etc.

Parmi les richesses forestières, on doit placer en première ligne la *gutta-percha*, suc laiteux provenant d'arbres qui appartiennent à la famille des Sapotacées et qui poussent surtout à Bornéo et à Sumatra. Les propriétés de cette matière la font utiliser pour isoler les fils électriques dans la construction des câbles sous-marins et des appareils électriques. Tandis que les arbres à gutta tendent à disparaître, la consommation augmente. L'industrie des câbles sous-marins peut donc être entravée, et l'on conçoit que cette question intéresse les ingénieurs et les savants. La disparition de l'arbre à gutta tient au mode d'exploitation barbare des indigènes, qui coupent l'arbre pour en recueillir le suc, au lieu de se borner à faire des incisions dans l'écorce. Le Dr Treub pense qu'une reconstitution méthodique de ces forêts d'arbres à gutta s'impose, et qu'elle est possible. Certaines espèces de Sapotacées, le *Palaquium Treubii*, par exemple, arrivent en sept ou huit ans aux dimensions de grands arbres. N'y aurait-il pas, pour notre colonie d'Indo-Chine, un grand intérêt à acclimater cet arbre dans les jardins d'essai de Saïgon et de Hanoï ?

Fig. 6. — *Tiges de caoutchouc fournissant la gomme élastique, à Bornéo.*

Le *caoutchouc* (fig. 6) donne lieu également à d'importantes exploitations. On l'extrait tantôt de lianes, tantôt de grands arbres tels que le *Ficus*. Ces arbres et ces lianes incisés laissent écouler un suc laiteux qui se coagule sous l'influence d'un

acide et donne le caoutchouc. Certaines régions forestières sont presque entièrement formées de ces plantes à caoutchouc.

Enfin, citons les plantes qui produisent la *gomme copal*, citons anssi le *bambou*, le *camphrier* de Sumatra.

Les forestiers que la Hollande envoie dans ses colonies sont recrutés avec un grand soin. Après être sortis de l'École d'Agriculture de l'État, où ils ont fait un séjour de deux ans, les élèves forestiers sont envoyés à l'étranger, en particulier à l'École Forestière de Tharandt, en Saxe. Ils y suivent les cours pendant une année et rentrent en Hollande, à Leyde, où ils s'exercent, à l'aide des collections de l'*Herbarium*, à la détermination des plantes des Indes. Ils touchent alors une gratification mensuelle de 100 florins. Puis, leur stage terminé, ils sont mis à la disposition du Gouverneur général des Indes, qui les pourvoit d'un poste toujours bien rétribué. D'après M. Chailley-Bert, ils reçoivent, par an : les aspirants forestiers, 3.000 florins ; les forestiers, de 3.900 à 9.000 florins ; les inspecteurs, de 9.600 à 14.400.

3° *Les cultures coloniales.* — Le mélange des cendres volcaniques et des alluvions donne un sol des plus fertiles, qui favorise l'exploitation agricole.

La distribution des cultures dépend de l'altitude : les rizières et les plantations de cannes à sucre occupent les plaines d'alluvion ; les épices, le tabac, le café, poussent sur les pentes inférieures des montagnes, et le quinquina en des points plus élevés ; enfin, plus haut, se trouvent les prairies et les forêts.

Le *riz*, la plante alimentaire par excellence, est cultivé dans tous les terrains d'une irrigation facile. A Java (fig. 7), la culture du riz occupe plus de deux millions d'hectares ; mais la population de ce pays est si dense que la production du riz ne suffit pas toujours à la consommation. Dans la plupart des vallées de Bornéo, la culture du riz est impossible à cause du régime hydrologique, qui ne permet pas de combattre la sécheresse ni d'éviter l'inondation.

Fig. 7. — *Repiquage du riz à Java.*

Les rizières sont labourées à la main ou par des bœufs ; puis, à l'aide de canaux construits spécialement, on les inonde et l'eau pénètre dans ce terrain fraîchement remué. Les indigènes repiquent ensuite, dans ce sol détrempé, les jeunes plants obtenus en ensemençant quelques semaines auparavant un petit enclos spécial. Pendant deux ou trois mois, les rizières restent couvertes d'eau, et le riz est plongé dans 30 centimètres d'eau environ. Le riz mûri est coupé, battu, puis, enfin, décortiqué et nettoyé par le vannage.

Le *café* a été, pendant de longues années, la culture la plus prospère des Indes néerlandaises. C'est Java qui produit le plus de café après le Brésil : la production totale annuelle étant de 650 millions de kilogrammes, le Brésil y entre pour 385 millions, et Java pour 70 millions. La production annuelle, qui atteignait plus de 100.000 tonnes en 1884, a considérablement diminué à cause des dégâts causés par un parasite du caféier, l'*Hemileia vastatrix*. Les plantations de Java, en particulier, ont été ravagées par ce parasite. Le tableau I, emprunté aux publications du *Musée colonial de Harlem*, montre bien la décroissance de cette culture :

Tableau I. — Production du café à Java

	(60 kgr.)		(60 kgr.)
1881.....	1.272.600 pikols	1887.....	411.300 pikols
1882.....	1.297.400 —	1888.....	905.700 —
1883.....	1.418.800 —	1889.....	933.000 —
1884.....	1.272.200 —	1890.....	173.300 —
1885.....	719.100 —	1891.....	684.000 —
1886.....	1.090.600 —	1892.....	1.046.000 —

Les cafés délicats cultivés à Java : le *Java*, l'*Arabica*, le *Padang*, demandent des altitudes de 250 à 600 mètres. Tous sont attaqués et décimés par le parasite. Seul le café *Liberia*, originaire de l'Ouest africain, résiste et se développe à des altitudes peu élevées. Sa grande vigueur lui permet de résister au parasite avec le même succès que les vignes américaines au phylloxera. De plus, ses racines, s'enfonçant profondément dans le sol, lui permettent de lutter contre la sécheresse. On peut voir au jardin du Buitenzorg des plants de *Liberia*, hauts de 6 à 8 mètres, atteints par l'*Hemileia* depuis plus de huit ans et qui continuent à donner leurs récoltes habituelles (fig. 8). On ne combat pas le parasite par l'aspersion d'un liquide parasiticide ; on se contente de mieux soigner les arbustes et de les mettre ainsi dans un état de prospérité physiologique qui leur donne une plus grande résistance. Au fur et à mesure que les plants indigènes meurent, les planteurs de Java les remplacent par des plants de *Liberia*, qui donnent d'excellents résultats.

Fig. 8. — *Récolte du café Liberia à Buitenzorg.*

Au bout de deux années, un pied de Caféier Liberia peut donner 12.000 capsules, c'est-à-dire 24.000 grains, pesant, secs, environ 1.500 grammes. Comme on peut en planter 1.000 pieds à l'hectare, on estime le rapport, en tenant compte des aléas, à 50 à 80 °/₀ des capitaux engagés.

A Java, les caféiers sont ombragés par des arbres (*Albizzia moluscana*) qui peuvent atteindre 10 mètres de hauteur en trois ans. M. Treub a fait, sur cette

question de l'ombrage, des expériences comparatives très intéressantes : les caféiers ombragés ont donné des résultats bien supérieurs à ceux des caféiers non ombragés. C'est une indication précieuse pour toutes les plantations de café exposées à de fortes radiations solaires. Dans les régions où les vents sont très forts, on pourrait remplacer l'*Albizzia* par le Tamarinier.

La cueillette du café doit se faire dès qu'il est mûr, car sa capsule s'ouvre et laisse tomber les graines qui perdent leurs qualités et par suite leur valeur commerciale. A cette époque, la culture du café exige une surveillance continue.

Le café *Liberia* exige un sol riche en substances minérales telles que le *fer* et le *feldspath*. Les fameuses terres ferrugineuses (*terra roxa*) du Brésil ne sont-elles pas les plus propices au Caféier? Celles de Java ont précisément ces qualités. Cette remarque explique le succès des plantations de café faites à Madagascar, dans le sud de l'Imérina, dans un sol essentiellement volcanique. Des insuccès surviennent souvent, au contraire, dans un terrain trop aluné ou trop calcaire.

La culture de la *canne à sucre* était aussi très répandue : en 1881 elle donnait 223 millions de kilogrammes. Mais, dès 1884, la crise sucrière sévit, les prix baissent, et, seules, les grandes exploitations qui introduisent dans leur culture les ressources de la science moderne, peuvent éviter la ruine. Les grandes usines sont alimentées par des planteurs qui leur apportent la canne. Celle-ci, une fois coupée, est transportée au moulin broyeur à l'aide de charrettes peu perfectionnées et attelées de buffles, de couleur gris de fer, et aux immenses cornes (fig 9). Malgré cette crise, les Indes Néerlandaises restent encore au premier rang des pays producteurs de sucre.

Fig. 9. — *Transport de la canne à sucre par des buffles à Java.*

La maladie du café et la crise sucrière montrèrent aux Hollandais les dangers des monocultures; aussi cherchèrent-ils à développer d'autres cultures, telles que celles du thé, du tabac, du quinquina, des épices, etc.

Le *thé*, introduit depuis près d'un demi-siècle à Java, donne 3 millions de kilogrammes par an. Les planteurs remplacent depuis quelques années le thé de Chine par le thé d'Assam que Ceylan a lancé sur les grands marchés après la ruine de ses caféières. Les Javanais apportent de très grands

soins dans la culture et la fabrication de ce thé (fig. 10), quipeut être comparé pour sa qualité aux hés de l'Inde et de Ceylan. Du reste, ces thés ont remplacé, sur le marché de Londres, le thé chinois, dont la culture et la fabrication négligées donnent un produit dégénéré et de mauvaise qualité. Les quantités de thé importées en Angleterre, en 1888, étaient, suivant les provenances :

Inde	47.000
Ceylan	15.000
Java	15.000
Chine	500

La culture du thé est moins lucrative que celle du café : tandis que, dès la troisième année, le café rapporte 50 à 80 °/₀ des capitaux engagés, le thé n'atteint que 20 à 25 °/₀. Mais il faut reconnaître que la production du café diminue chaque jour, tandis que celle du thé augmente.

Le thé est attaqué par un moucheron que les Malais appellent « bouru » et qui dessèche la feuille et la fait périr, sans toutefois nuire à l'arbuste.

Le *tabac* est, à l'heure actuelle, la culture la plus prospère et la plus rémunératrice des colonies hollandaises. De 30 millions de kilogrammes en 1884, elle s'est élevée à 50 millions dans ces dernières années. C'est dans l'île de Sumatra que sont cultivées les espèces le plus en renom. Ce chiffre n'est dépassé que par les États-Unis, qui en fournissent 200 millions. Les plantations de Déli, dans l'ouest de Sumatra, ont rapporté, en 1889, 80 millions de francs. Dans ces derniers temps, des

Fig. 10. — *Dessiccation des feuilles de Thé.*

Sociétés allemandes et hollandaises ont établi à Bornéo de vastes plantations qui sont prospères. On sait, du reste, que les terrains volcaniques donnent un tabac très apprécié.

Le *kina* ou *quinquina* fut acclimaté à Java par Teysmann en 1850. Quelques plants venant d'Algérie furent plantés à Tjibodas (1350 mètres d'altitude) dans la forêt dépendant de Buitenzorg; depuis, la culture s'est étendue rapidement. L'État fit de grandes plantations à Bandon. Voici les produits de la vente à Amsterdam :

En 1873	60.000 fr.
En 1880	403.118 —
En 1890	1.691.714 —

Le *cacao* se développe dans les terrains bas et

humides; il ne rapporte qu'au bout de cinq à six ans, mais son rendement est supérieur à celui du café. Il n'exige pour ainsi dire pas de culture; quand le fruit est mûr, il reste suspendu à l'arbre et on l'en détache quand on veut.

Les *épices* ont fait de tout temps la gloire des Indes néerlandaises, des *îles aux épices*, comme on les appelait. Chaque année, 20 millions de kilogrammes de poivre (*Piper nigrum*) y sont récoltés, et Sumatra fournit, à elle seule, la moitié du poivre récolté sur le globe. Ces plantations de poivre sont merveilleusement organisées (fig. 11) : tandis qu'en Cochinchine et à Singapour on donne aux poivriers des tuteurs morts, à Java, on emploie le ouatier (tim-tim) comme tuteur vivant; de plus, pour donner plus de vigueur à la plante, on enfouit circulairement autour du tuteur la pousse de la première année. Parmi les autres épices citons la *noix de Muscade* qui fournit un million de kilogrammes; la *cannelle* des Moluques, et de Sumatra, qui a conservé son bon renom; enfin la *vanille* introduite à Java depuis 1841.

Enfin, nous pouvons citer certaines cultures secondaires comme celles de l'*arrow-root*, de l'*indigo*, et surtout celle du cocotier qui se plaît dans les terrains meubles et salés et dont un des produits, le *coprah*, alimente un commerce assez actif.

Plus de 35.000 villages du *Kampongs* se livrent, à Java, aux cultures que nous venons d'énumérer. Toutes ces plantations sont surveillées par des contrôleurs, qui doivent s'assurer si chaque village cultive le riz en quantité suffisante pour son alimentation, et aussi si les autres cultures sont bien entretenues. Le tableau II (page 123), que nous empruntons au travail de M. Paris [1], donne une idée du nombre de plantations et de leur répartition.

Fig. 11. — *Culture du Poivrier à Sumatra.*

L'étendue de chacune de ces plantations peut aller de 5 hectares à 1.500.000 hectares. Ajoutons que, dans ce tableau, ne figurent pas des milliers de plantations de cocotiers et de riz.

C'est dans une telle colonie que l'on sent l'influence énorme de l'agriculture sur la prospérité d'un pays. Auprès de ces riches cultures, l'exploi-

[1] C. Paris, *Voyages d'études agricoles*, in Revue des Colonies, Paris, 1895.

tation des mines d'or et de diamant, quand elles existent, est d'une mince importance.

Tableau II. — Nombre et répartition des plantations à Java

PRODUITS	PROPRIÉTÉS LOUÉES PAR L'ÉTAT	PROPRIÉTÉS LIBRES	PLANTATIONS EN SYNDICAT AVEC LES INDIGÈNES	PLANTATIONS LIBRES AU PAYS DES PRINCES	TOTAUX
Café Java.....	971	30	»	63	1.064
— Libéria...	21	»	»	»	21
Thé.....	61	17	»	»	78
Poivre	33	1	»	»	34
Cacao.....	144	»	»	»	144
Tabac.....	54	35	41	»	130
Sucre	21	28	159	42	250
Kina.....	263	9	»	»	272
Indigo.....	10	9	31	117	167
Totaux.....	1.578	129	231	222	2.160

§ 5. — La faune.

Comme la flore, la faune est séparée en deux régions par la ligne de Wallace : à l'ouest, la faune *indienne* (Singes, Lémuriens, éléphants, rhinocéros, tigres); à l'est la faune *australienne* (kangourous, casoars).

Les Singes, parmi lesquels l'orang-outang, le gibbon, le nasique, sont surtout abondants à Bornéo, car les Malais et les Chinois ne les chassent pas, et les Dayaks, les considérant comme des hommes dégénérés, ont pour eux un respect superstitieux [1]. Cette abondance de singes se retrouve dans les musées hollandais. Le musée de Leyde possède 1.400 singes montés, 300 squelettes et 900 crânes de singes.

Les *Oiseaux* sont peu abondants, car les crocodiles font la chasse aux oiseaux aquatiques, et les singes et les serpents dévorent les œufs des oiseaux qui font leurs nids dans les arbres et les broussailles. A la Nouvelle-Guinée, cependant, les oiseaux de paradis sont très abondants et donnent lieu à une industrie importante ; malheureusement, la chasse acharnée qui leur est livrée les fera bientôt disparaître. C'est aussi dans cette région qu'on trouve le *Casoar*, proche parent de l'*Apteryx* de la Nouvelle-Zélande et de l'*Œpyornis* de Madagascar.

L'*élevage* n'est guère développé qu'à Java, où l'on compte plus de 5 millions de buffles et bœufs, et 500.000 chevaux. Les paturâges sont plus abondants dans les îles de l'est à mesure qu'on se rapproche de l'Australie.

[1] Dernièrement, le Dr Dubois trouvait à Java les débris (calotte crânienne, molaire et fémur) du squelette d'un singe qu'il appellait le *Pithecanthropus erectus* et qui serait, d'après lui, intermédiaire entre l'homme et les singes anthropoïdes.

Depuis quelques années des essais sont tentés à Java pour la culture des *Eponges*. C'est aussi dans ces mers de l'Archipel malais qu'on trouve ces belles éponges siliceuses telles que les Euplectelles, les coupes de Neptune, etc.

Les *pêcheries* ont une grande importance à Java, où elles occupent plus de 50.000 pêcheurs. La pêche du tripang (holoturie), dont les Chinois sont très friands, est particulièrement productive.

C'est aussi dans la régence de Préang, dans les grottes situées sur le bord de la mer, que se trouvent les meilleurs nids d'hirondelles ; les Chinois, qui recherchent ces friandises, les paient jusqu'à 7.000 florins (14.000 francs) le picul (60 kilog.) — L'exportation de cette denrée dépasse à Java un million de francs.

II. — La colonisation hollandaise

Les Hollandais ont respecté les coutumes, la religion et les institutions politiques des indigènes de leurs colonies. Aussi, leur autorité est acceptée dans toutes les possessions, sauf dans le royaume d'Atchim, au nord de Sumatra, où se produisent de fréquentes rébellions qui imposent à la Hollande des sacrifices d'hommes et d'argent. A cet égard, il semble que la religion des indigènes joue un rôle important : tandis que les Bouddhistes de Java sont doux et dociles, les Musulmans du nord de Sumatra sont en rébellion permanente depuis 1873.

Au point de vue politique et administratif, les procédés des Hollandais rappellent ceux que les Anglais mettent en pratique dans l'Inde, mais ils sont tout autres au point de vue économique : ils en diffèrent surtout par une intervention plus marquée du Gouvernement dans la vie économique du pays.

§ 1. — Administration coloniale.

Toutes les possessions extérieures de la Hollande sont rattachées au Ministère des Colonies, qui exerce une sorte de protectorat, fortement mélangé d'une part d'administration directe. De ce ministère dépend l'armée coloniale, qui se recrute par enrôlements volontaires et qui compte 36.000 hommes, parmi lesquels 15.000 Européens, dont 11.000 Hollandais. De grands avantages réservés aux soldats coloniaux assurent la solidité de cette armée : ils peuvent se marier, ont une forte retraite et obtiennent ensuite une concession importante.

A la tête des Indes Néerlandaises se trouve un *Gouverneur général* assisté du *Conseil des Indes*. Le Gouverneur général a des pouvoirs considérables : c'est un véritable vice-roi. Des *Résidents*, établis dans les principaux centres, relèvent du Gouverneur général. Le recrutement du personnel administratif se fait avec un grand soin. Tous les fonctionnaires

destinés aux colonies doivent passer plusieurs années à l'École Coloniale de Delft [1].

Les fonctionnaires coloniaux sont assujettis à un séjour de dix ans; on exige d'eux une connaissance approfondie des langues et des coutumes indigènes; mais, en revanche, on leur assure une grande stabilité et un grand prestige. Aussi, pour eux, la colonie n'est pas considérée comme un lieu d'exil, mais, au contraire, comme offrant à la jeunesse studieuse une carrière brillante.

Les princes indigènes ont été conservés; mais ils sont surveillés de près. Ainsi l'Empereur de Sourakarta, par exemple, qui vit dans un luxueux palais entouré de sept enceintes concentriques, et qui s'intitule le *Seigneur redoutable*, n'a pas le droit de sortir de son palais sans l'autorisation du Résident hollandais. Son palais est gardé par des canons, mais ils sont hors d'usage : du reste, il y en a de fort bons, en face, dans la citadelle hollandaise. Chaque matin, il reçoit sur un plateau d'argent et sous un parasol d'or, sa correspondance; mais auparavant la Résidence a eu l'amabilité d'en prendre connaissance. En somme, l'autorité de l'Empereur ne dépasse pas les limites de son palais. Voilà un protectorat qui pourrait satisfaire bien des partisans de l'annexion !

§ 2. — Politique commerciale; le système des cultures; les Monopoles.

A la conquête armée, les Hollandais ont substitué la *pénétration commerciale*. Ils sont persuadés de l'importance des travaux publics : Java est sillonnée de jolies routes carrossables, souvent macadamisées et dont l'active circulation contraste singulièrement avec la solitude de nos routes nationales; ses réseaux de lignes ferrées et de lignes télégraphiques s'accroissent chaque jour; des canaux se creusent pour relier les villes de l'intérieur à la côte. *Batavia*, qui n'avait qu'un port forain, a maintenant le port de Priok bordé de magnifiques docks. Un canal et une bonne route parallèles à la voie ferrée relient le port à la ville, distante de quelques kilomètres. *Sourabaya*, l'arsenal maritime javanais, est devenu un port très important où touchent les navires allant d'Europe en Australie. Dans ces derniers temps, le Gouvernement hollandais décidait la création d'un port et d'un dépôt de charbon dans l'île de Pulo Waez, à l'extrême pointe d'Achem. Ce port, situé sur la route du grand trafic entre l'Europe, l'Asie et l'Australie, pourrait affranchir des escales de Colombo et de Singapour. Cette création ne peut être que favorable à la marine française, qui aurait ainsi un port de ravitaillement entre Obock-Djibouti et Saïgon.

[1] J. Chailley-Bert, *La Hollande et les fonctionnaires des Indes Néerlandaises*, 1893.

Pendant longtemps les Pays-Bas ont considéré la colonie comme une ferme qu'ils faisaient exploiter par les indigènes, essayant d'en tirer le plus de profit possible : c'était le fameux *système des cultures* imaginé, en 1832, par le Gouverneur général Van der Bosch. Ce système était fondé sur ce fait qu'à Java la terre et ceux qui la travaillent appartiennent au souverain. Le Gouvernement hollandais imposait alors aux indigènes la culture d'un produit, le café par exemple, qu'il achetait à un prix fixé par lui et qu'il revendait à bénéfice en Hollande. C'est ainsi que le café, payé 15 francs aux indigènes, était revendu 60 francs. En somme, l'indigène plantait, et la Hollande récoltait. Pendant plus de 40 ans ce système a fait la fortune de la Hollande. Mais, en réalité, ce travail forcé n'était qu'un esclavage déguisé. Aussi, la civilisation faisant son chemin, les Hollandais abandonnèrent peu à peu leurs vieux errements. Depuis 1890, il ne subsiste plus de tous les monopoles de l'État que celui du café, en dehors, bien entendu, des monopoles de la vente de l'opium et du sel, qui sont, pour le Gouvernement hollandais, des sources de revenus considérables. L'État est encore aujourd'hui le plus grand planteur de café de Java. Les exploitations particulières commencent cependant à se développer.

Pour conserver le monopole de ses produits coloniaux, la Hollande ne reculait pas devant les moyens énergiques. C'est ainsi qu'elle faisait brûler de temps à autre les épices, accumulées dans les magasins d'Amsterdam, afin d'éviter la baisse de prix. Pour qu'on ne pût introduire ailleurs la culture du Muscadier, les Hollandais stérilisaient la graine du Muscadier en la trempant dans un lait de chaux. Ce sont là des mesures que nous ne saurions approuver; nous les rapportons simplement pour bien indiquer l'esprit qui a longtemps inspiré le système commercial et colonial des Hollandais.

Rien ne montre mieux la longue prospérité de Java que l'accroissement de sa population, qui ne comptait que 2 millions d'habitants au début de ce siècle, et qui, aujourd'hui, dépasse 30 millions. Il faut dire qu'après l'abolition des monopoles, la crise sucrière et la maladie du café sont survenues, amenant des difficultés que, seuls, peuvent vaincre les perfectionnements de la science moderne et la plus rigoureuse économie. C'est dans ces conditions seulement, que la plus riche et la plus productive des colonies d'Extrême-Orient conservera son bon renom.

Il est certain que le déficit budgétaire, qui existe depuis quelques années, disparaîtra le jour où l'île de Sumatra sera complètement mise en rapport et que les nouvelles cultures de Java auront pris tout leur développement.

III. — Le musée colonial de Haarlem

L'abolition presque complète des monopoles, et l'abandon de concessions aux particuliers, imposaient aux Pays-Bas le devoir de renseigner les agriculteurs et les commerçants sur les produits coloniaux, sur l'origine ou la culture de ces produits, et sur les applications qu'on en peut faire à l'industrie. C'est alors que fut créé le *Musée Colonial de Haarlem* (fig. 12).

Au moment où l'on parle de réorganiser notre *Exposition permanente des Colonies*, qui devrait être pour nos commerçants un centre d'informations coloniales et de renseignements techniques, il nous paraît utile de donner quelques détails sur le Musée colonial hollandais qui, sous ce rapport, est admirablement organisé [1].

Dans ce Musée, le géographe, le naturaliste, le chimiste deviennent les collaborateurs du commerçant, de l'industriel et même de l'administrateur. Les savants hollandais ne veulent pas se désintéresser de la question sociale; et les commerçants, de leur côté, ne dédaignent pas les services des savants. Le commerce n'est-il pas en droit de compter sur quelques services de la science, alors qu'elle a complètement rénové d'autres branches de l'activité humaine, l'Agriculture et la Médecine par exemple? — Dans les salles du Musée, on trouve, mises en évidence, des devises comme celles-ci : « *Le devoir de tout homme de science est de s'occuper de l'avenir de son pays* »; plus loin : « *L'histoire naturelle est la plus grande force pour un pays colonisateur* »; parfois un conseil patriotique : « *Une nation industrielle ne doit jamais désespérer* »; ou bien, un conseil pratique : « *Dans les pays tropicaux, le devoir du colon est de savoir varier les cultures* ».

[1] Je suis heureux d'exprimer ici à M. F. W. van Eeden, le distingué directeur du Musée, et aussi à M. le Dr M. Greshoff, le savant chimiste attaché à cet établissement, mes remerciements pour l'accueil sympathique qu'ils m'ont réservé et les précieux renseignements qu'ils m'ont communiqués.

§ 1. — Origine du Musée, ses ressources naturelles et économiques.

1° *Origine du musée.* — La création de cet Etablissement est due à l'iniative privée; c'est la *Société Néerlandaise pour le progrès de l'Industrie*, société fondée en 1777, qui eut l'idée de créer un musée dans le but de relever l'industrie. Comprenant qu'il ne suffit pas, pour arriver à ce but, de rédiger et d'adresser des vœux au Gouvernement, ou de décerner des prix et des médailles à l'Agriculture, au Commerce et à la Navigation, elle chercha un moyen plus efficace : elle pensa, avec raison, que l'instruction pratique du commerçant est de beaucoup supérieure aux discussions théoriques.

Fig. 12. — *Musée Colonial de Haarlem.*

Et ce fut pour donner au public des notions exactes sur l'importance matérielle des colonies, qu'elle résolut, en 1864, la fondation d'un Musée Colonial.

Dès 1865, le Gouvernement abandonna à cette Société une partie du Pavillon situé dans le magnifique bois de Haarlem. C'est un grand et bel édifice, de style italien (fig. 12), datant de la fin du XVIIIe siècle, et qui fut habité successivement par le banquier Hope, le roi Louis-Napoléon, et la Princesse mère d'Orange. L'autre partie du monument est occupée par un *Musée des Arts appliqués à l'Industrie.*

2° *Ressources naturelles.* — De 1865 à 1871, on s'est contenté d'accumuler les objets sans se préoccuper de les classer. Ils affluèrent rapidement de toutes parts. La Hollande, en effet, n'est-elle pas la terre de prédilection des musées? Or, depuis le XVIIe siècle, l'histoire naturelle était une des occupations favorites de la classe élevée. Les objets provenant des colonies s'accumulaient dans des musées particuliers, dont quelques-uns, très riches, existent encore aujourd'hui. Comme le dit fort bien M. van Eeden, ces collections n'avaient

d'autre but que d'apporter un peu de lumière tropicale dans ces hivers gris et mornes de la Hollande [1].

Ce furent surtout des objets ethnographiques, des arcs et des flèches, des poignards à manches finement sculptés qui arrivèrent au Musée. Puis, le Gouvernement offrit des collections de bois indigènes, de fibres végétales, de dessins et gravures qui s'accumulaient bien inutilement dans les archives du Ministère des Colonies. De plus, les objets envoyés par les grands établissements commerciaux dans les expositions coloniales revenaient au Musée. Enfin, la *Société d'Exploration scientifique de l'Archipel indien*, et les directeurs du jardin de Buitenzorg, MM. Teysmann, Scheffer et Treub, devenaient des collaborateurs dévoués. Ajoutons que, pour ne rien laisser échapper de ce qui intéresse la science coloniale, l'administration du Musée se mettait en rapport avec tous les pays coloniaux et tropicaux, avec les grands centres de commerce, en un mot avec tous ceux qui participent au mouvement colonial.

3° *Ressources économiques.* — Le Musée put obtenir de faibles subventions de l'État, de la Société-mère, des États provinciaux et de la ville de Haarlem. Il fut créé un *Conseil* du Musée, dont les membres, choisis parmi les chefs des grandes maisons de commerce et des exploitations coloniales, versent 100 francs de cotisation annuelle : c'est une des principales ressources financières de l'Établissement. En 1895, sur un budget d'environ 13.000 francs, ces cotisations entrent pour plus de 3.000 francs, alors que l'État ne subvient que pour 2.000 francs.

Fig. 13. — *Salle des Bois, au Musée Colonial de Haarlem.*

[1] *Le Musée de Haarlem*, in Revue des sc. nat. appliquées, 1893.

§ 2. — **Organisation actuelle.**

1° *Classement des produits.* — Avec l'accroissement des collections, un arrangement systématique s'imposait. La méthode suivie par la direction du Musée est excellente, et fait honneur à ceux qui ont su l'appliquer avec un esprit vraiment scientifique et pratique à la fois : elle se caractérise par une *séparation nette et systématique* des différents produits, et par la *suppression de tous les objets insignifiants ou inutiles.* Ce second point est essentiel : il faut savoir se débarrasser d'objets encombrants, laisser aux Musées ethnographiques les formes plus ou moins artistiques des Bouddha et des Shiva et accumuler,

au contraire, les documents scientifiques et commerciaux pour en tirer les renseignements qu'on est en droit d'attendre d'un Musée Colonial.

Les différents produits occupent des salles différentes; et le même produit se trouve sous ses diverses formes dans la même salle, avec tous les documents concernant son origine, son exploitation ou sa culture, et ses applications dans l'industrie. C'est ainsi que nous trouvons dans la salle consacrée aux *Bois* (fig. 13 page 126), plus de 2.000 essences différentes portant chacune une petite fiche qui donne, avec le lieu d'origine, quelques renseignements pratiques. A côté de ces produits naturels se trouvent les produits travaillés: aussi nous voyons, dans cette Salle des Bois, des tables, des chaises, des meubles de toutes sortes; nous y remarquons surtout une gigantesque table ronde ayant 2 mètres de diamètre et faite d'une seule pièce avec un arbre provenant des Indes Néerlandaises : l'*Alstonia Scholaris* (fig. 13). Cette salle est souvent visitée par des ouvriers ébénistes qui viennent se renseigner sur les qualités de ces différents bois, et sur la possibilité de les utiliser dans leur industrie.

Plusieurs salles sont consacrées aux *textiles végétaux*, et là encore nous trouvons, à côté des produits naturels (Agave, Ananas, *Pandanus*, Cocotiers, Manille, etc.), les produits fabriqués non seulement par l'industrie de la métropole, mais aussi par l'industrie indigène (fig. 14).

Plus loin, une salle est utilisée pour les matières médicamenteuses, les graisses, les huiles, etc. Une salle des plus intéressantes est celle qui est réservée au caoutchouc, à la gutta-percha, et surtout aux matières alimentaires et aux fruits. Là figurent non seulement les aliments européens, mais encore les aliments utilisés par les indigènes : nous y remarquons une galette sèche, très goûtée dans les îles de la Sonde, et fabriquée avec un mélange d'une certaine farine et de Crustacés pilés. Les fruits sont conservés dans l'alcool ou dans un autre liquide approprié; mais, à côté du fruit conservé, se trouvent un moulage donnant une idée exacte de sa forme et de sa dimension à l'état frais, et une aquarelle renseignant sur le port de la plante ou sur l'aspect du fruit attenant à l'arbre (fig. 15, page 128).

Fig. 14. — *Produits des industries coloniales indigènes au Musée Colonial de Haarlem.*

La plus grande salle est réservée aux grandes cultures coloniales (café, thé, riz, poivre, tabac,

quina, sucre, etc.). C'est surtout ici qu'est bien mis en évidence l'esprit pratique des organisateurs de ce Musée : par exemple, à côté des divers échantillons de café d'origine différente, et pouvant être facilement comparés, se trouvent des documents photographiques ou autres sur les différents stades de la culture, des renseignements sur la pathologie de cette plante, enfin des statistiques donnant au commerçant et au planteur des indications économiques précieuses.

lons on pouvait admirer de nombreuses et jolies photographies d'exploitations de bambous.

Au premier étage sont les bureaux, la bibliothèque, où les ouvrages spéciaux sont rangés par série, suivant les produits qu'ils traitent, et une salle de conférences où des hommes compétents viennent discuter sur des sujets coloniaux.

Au deuxième étage, plusieurs salles sont affectées aux *Colonies étrangères*, en particulier aux Indes anglaises et aux pays tropicaux. Enfin, deux

Fig. 15. — *Produits alimentaires des Possessions hollandaises, exposés au Musée Colonial de Haarlem.*

Enfin les *Produits animaux* sont rassemblés dans une salle spéciale partagée en deux régions : dans l'une les animaux utiles et leurs produits naturels et travaillés, dans l'autre les animaux nuisibles et les effets destructeurs qu'ils causent surtout dans les forêts et dans les cultures. A signaler une intéressante collection de Parasites animaux et particulièrement d'Insectes nuisibles.

Ajoutons qu'une petite salle est réservée à des expositions temporaires sur des questions d'actualité. Lors de ma visite au Musée, c'était le Bambou qui était exposé : on y trouvait plus de 30 variétés de Bambous, dont quelques-unes atteignaient plus de 20 mètres de longueur. A côté de ces échantil-

chambres sont réservées au Service géographique.

Les salles du rez-de-chaussée ont une superficie de	860^{mq}
» 1er étage	188
» 2e étage	128
La superficie totale est donc	1 176^{mq}

Avec une aussi faible surface, l'administration du Musée est obligée d'utiliser les couloirs, les escaliers : pas un coin n'est perdu. Et certes, il a fallu une grande ingéniosité pour loger avec autant de goût et de sens pratique d'aussi riches collections dans un espace aussi restreint.

2° *Personnel.* — Le personnel est aussi très restreint. Il se compose d'un Directeur, M. F.-W. van

Eeden; d'une conservatrice, Mlle P.-C. Lindo, diplômée ès sciences naturelles pour l'enseignement supérieur; d'une assistante; d'un surveillant-ouvrier et d'une domestique.

Récemment, le Musée a eu l'heureuse fortune de s'adjoindre un chimiste d'une rare compétence, M. le Dr M. Greshoff, qui a été, pendant cinq années, le chef du laboratoire pharmacologique du Jardin de Buitenzorg, à Java. Enfin, MM. H. Ween et W. Groll se chargent, à titre gracieux, du Service entomologique; ils augmentent aussi chaque jour la collection de dessins et d'aquarelles représentant des plantes utiles des colonies.

Pour faciliter à M. le Dr Greshoff ses recherches spéciales, la Direction vient de demander au Gouvernement l'autorisation d'établir dans le jardin du Pavillon un laboratoire de Chimie spécialement destiné à l'analyse et à l'essai technique des nouveaux produits coloniaux. C'est en développant ainsi ses services que cette Institution répondra aux besoins du commerce et qu'elle continuera à justifier la popularité qu'elle a si rapidement acquise en Hollande.

3° *Publications.* — Malgré ses faibles ressources budgétaires, ce Musée a des publications intéressantes au double point de vue scientifique et pratique. Signalons notamment :

Le *Bulletin* du Musée (*Bulletin van het Koloniaal Museum te Haarlem*), qui contient de nombreux documents commerciaux et industriels et qui est illustré de dessins de plantes utiles ou de produits manufacturés;

Le *Bulletin illustré* (*Nuttige Indische Planten* door Dr M. Greshoff), qui est une publication scientifique d'une grande valeur et dans laquelle M. le Dr Greshoff étudie actuellement les plantes utiles des Indes néerlandaises;

Des *Notices* sur les produits coloniaux, tels que le café, thé, cacao et vanille, quinquina, sucre, épices, tabac, riz, graisses, résines, huiles, fruits, médicaments, tannin et couleurs, matières alimentaires, caoutchouc et gutta-percha, bois, fibres végétales, produits des Indes occidentales, minéraux, etc.; plus de 25 notices, qui sont d'une grande utilité pour les planteurs, ont déjà été publiées. Cette publication a été subventionnée par le Ministère des Colonies.

Enfin, des collections de *photographies* représentant des cultures coloniales et différents produits sont adressées aux Écoles primaires. Chaque série contient douze photographies qui sont données gratuitement aux Écoles et qui sont vendues 6 francs la série aux particuliers. Les photographies reproduites dans cet article proviennent de ces collections, et montrent bien que les Hollandais ne négligent rien pour diffuser dans le public l'esprit colonial[1].

Tableau III. — Budget du Musée pour l'année 1895

RECETTES		DÉPENSES	
Cotisations des Conseillers	1620 florins	Personnel	2.773 florins
Subvention de la Société-mère	666,66	Assurances	150
— du Gouvernement	1000	Frais d'arrangement dans le Musée	500
— de la Province	1000	Bibliothèque	300
— de la Commune	1000	Bulletin	750
Entrées et Catalogues	300	Loyer	33
Recettes diverses	175	Chauffage	75
Excédents des recettes pour 1894	914,22	Frais de recouvrement	12,50
		Collections pour les Ecoles	1.500
		Frais de bureau	500
		Dépenses diverses	82,38
Florins	6.675,88 flo.	Florins	6.675,88 flor.

4. *Budget.* — Le budget est des plus maigres, ainsi que le montre le tableau III, que nous devons à l'obligeance de M. van Eeden.

Si nous comparions ce budget de 6.675 fl. 88, c'est-à-dire de 13.351 fr. 76, au budget de notre *Exposition permanente des Colonies*, qui s'élevait, en 1895, à 60.500 francs, dont 45.800 francs pour le personnel; si nous considérions, d'autre part, les résultats obtenus, certes nous devrions envier le Musée hollandais, qui a su faire beaucoup et bien avec peu.

§ 3. — **Services rendus.**

Les services rendus par le Musée Colonial de Haarlem sont multiples :

Au *commerce de la métropole*, il rend de réels services en faisant connaître les produits coloniaux récemment découverts et dont l'exploitation et la culture offrent de nouvelles ressources à l'industrie nationale; d'autant plus qu'il expose, à côté

[1] La *Revue* doit des remerciements particuliers à MM. Kleimann, de Haarlem, qui lui ont permis de reproduire en réduction dans ses colonnes ces précieux documents. (*N. de la Dir.*)

des produits naturels, les produits manufacturés. Aussi le musée est fréquenté par des planteurs, des commerçants et des ouvriers, qui trouvent là non seulement de précieux renseignements, mais aussi d'excellentes *leçons de choses*.

Aux *indigènes*, il rend service en encourageant leur industrie et leurs qualités artistiques, qui ne sont pas inférieures à celles des autres peuples de l'Asie. Il est certain que, si Java et Sumatra eussent été exploitées aussi habilement que le Japon, leurs produits artistiques seraient connus du monde civilisé. Leurs vêtements brodés et ornés de dessins originaux, leurs sculptures sur bois, leurs armes de luxe à poignées d'ivoire sculptées, incrustées d'or et ornées de diamants, sont très recherchées des Musées ethnographiques. Les objets en filigrane de Padang, ceux en bois laqué du Palembang peuvent rivaliser avec les produits de l'art japonais. Malgré ses qualités d'ingéniosité, malgré sa merveilleuse naïveté, l'art javanais, qui date de la période hindoue, est à peine connu des nations civilisées, tandis que le Japon a inondé l'Europe d'un torrent de japoneries.

De même les habitants de Bornéo, les Dayaks, ont des produits industriels, des nattes en particulier, remarquables par leur solidité, par leurs dessins originaux et leurs couleurs harmonieuses.

Le Musée a précisément pour but d'ouvrir, en Europe, des débouchés à ces produits indigènes. Dans ces dernières années, il a introduit des nattes provenant de diverses Résidences; son *Bulletin* en a publié des dessins; aujourd'hui ces nattes se trouvent dans presque toutes les maisons de campagne.

Enfin, le Musée rend des services d'un ordre plus général en faisant connaître au peuple l'importance matérielle des colonies, et en faisant dans les écoles une propagande des plus ingénieuses. Il envoie, en effet, dans les écoles, en dehors des photographies de cultures coloniales dont nous avons parlé plus haut, des collections des principales productions coloniales : nous avons pu voir dans une des salles du Musée ses collections prêtes à être expédiées; elles sont élémentaires, mais elles sont composées avec intelligence et toujours suffisantes pour donner à l'élève des connaissances exactes. Le Musée désire étendre cette libéralité à toutes les écoles; mais ses faibles ressources l'obligent à procéder par annuités, et chaque année il dote un certain nombre d'écoles de documents coloniaux intéressants et judicieusement choisis. Il y a là une idée essentiellement pratique, qui permet de faire entrevoir à la jeunesse studieuse la carrière brillante et active qu'offrent les colonies.

Dans son intéressant Rapport sur la situation économique de nos colonies françaises, l'honorable Rapporteur du Budget de 1896 disait avec raison que la *Revue Coloniale* et le *Bulletin de l'Exposition permanente des Colonies* étaient des organes de vulgarisation tout à fait insuffisants. Il regrettait que la presse française ne se prêtât pas davantage à la diffusion dans le public des questions d'économie coloniale. « Cette tâche, disait-il, est au-dessus des forces des publications spéciales. » Eh bien! nous sommes persuadé que les publications du Musée colonial de Haarlem visent et atteignent ce but, en faisant connaître dans les écoles, dans le public, la situation économique et commerciale des colonies néerlandaises.

Rien ne démontre mieux l'utilité de ce Musée que sa popularité dans le public et la sympathie qu'il trouve auprès des grandes maisons commerciales : aussi bien le nombre des conseillers et des donateurs grandit chaque jour. De plus en plus cet établissement devient un véritable centre d'informations et d'intruction coloniale; il devient ce que nous pourrions appeler le *laboratoire des colonies*, montrant, une fois de plus, l'heureuse application des méthodes scientifiques aux sciences économiques.

En résumé, ce Musée, tel qu'il est organisé, est assuré d'un grand avenir : car il est un excellent moyen d'exploitation des richesses coloniales, qui sont restées, en Hollande, la base de la prospérité nationale.

IV. — Conclusions.

C'est en Hollande surtout, qu'on a la sensation très nette que la colonie, avec ses forces morales et matérielles, fait bien partie de la mère-patrie. Dans ce pays, la question coloniale stimule toutes les facultés : l'Art, la Science, l'Industrie, le Commerce, tout ce qui constitue la force d'une nation, revêt un cachet particulier : le *cachet colonial*.

En somme, la Hollande avait à choisir entre deux systèmes : ou la colonisation *commerciale* qui enrichit une nation ; ou la colonisation *militaire et bureaucratique*, qui ruine à la fois le pays colonisateur et le pays colonisé. Elle a choisi le bon.

E. Caustier,

Agrégé des Sciences naturelles,
Professeur au lycée Hoche (Versailles).

LE PRINCIPE DE L'ÉVOLUTION

575

ET LA RÉPONSE DE M. HERBERT SPENCER

A LORD SALISBURY [1]

Au mois d'août 1894, lord Salisbury, premier ministre de l'Empire Britannique et chancelier de l'Université d'Oxford, présidait le congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences. Dans son discours d'ouverture, il crut devoir s'élever contre la doctrine transformiste, encore discutée peut-être parmi les gens du monde, mais à laquelle se sont depuis longtemps ralliés avec une complète unanimité les biologistes assez jeunes pour n'avoir pas été obligés de défendre, comme leur patrimoine propre, à l'apparition du livre de Darwin, les idées héritées de la génération précédente. La question paraissant close, aucun savant n'estima d'abord utile de répondre en Angleterre à ce que l'on pouvait prendre pour une boutade d'homme du monde momentanément en villégiature dans les domaines de la science [2]. Mais, en raison de la haute situation de lord Salisbury, le discours fit plus de bruit qu'on ne le pensait d'abord. Il fut traduit en français, présenté à l'Académie des Sciences de Paris, et revint à Londres escorté de commentaires élogieux, dont la presse anglaise s'empara à son tour.

Dans ces circonstances, l'éminent philosophe anglais Herbert Spencer s'est décidé à prendre une fois de plus la défense d'idées qui sont aujourd'hui la base de la biologie explicative, la seule qui puisse revendiquer le nom de biologie scientifique, car l'essence même de la science est d'expliquer. La réponse d'Herbert Spencer à lord Salisbury contient en sa concision quelques arguments topiques qui ne sont pas sans intérêt.

Le philosophe relève d'abord une confusion qui semble s'être établie dans l'esprit du ministre entre le fait même de l'évolution, — démontrable en dehors de toute explication, — et l'une des explications possibles de ce fait de l'évolution, a savoir : le *darwinisme* ou doctrine de la sélection naturelle. Il y a lieu d'établir en dehors l'une de l'autre :

1° la réalité de l'évolution ;

2° l'importance de la sélection naturelle pour expliquer l'évolution.

I

L'une des principales objections que font aux évolutionnistes les partisans de la doctrine des créations, est que personne n'a pu prouver encore qu'une espèce se fût modifiée depuis que les animaux et les plantes sont scientifiquement observés. Mais une telle objection se retourne contre ses auteurs : personne, en effet, n'a constaté non plus la création d'une espèce nouvelle et, par conséquent, à raisonner ainsi, il faudrait rejeter la doctrine des créations aussi bien que celle de l'évolution. Or, il n'y a pas d'autre alternative : il faut choisir.

Herbert Spencer rappelle alors, sans insister, la masse énorme de faits qu'enchaîne les uns aux autres la doctrine de l'évolution, — et qui se tournent contre la doctrine de la création, par cela seul que celle-ci est impuissante à en donner une explication quelconque. Ces faits se rangent sous cinq chapitres principaux :

1° Les séries des êtres fossiles rattachent entre elles les séries des êtres vivants, donnent jusque dans le moindre détail l'explication des formes actuelles, et permettent de les disposer sur un arbre généalogique dont les rameaux semblent converger vers un tronc commun. C'est ainsi que les Oiseaux se relient aux Reptiles, qui passent eux-mêmes aux Batraciens, voisins des Poissons, et que certains Pachydermes à quatre doigts du

---

[1] Marquis de Salisbury, *Premier Ministre d'Angleterre :* Les limites actuelles de notre science ; discours présidentiel, prononcé le 8 août 1894 devant la *British Association* dans sa session d'Oxford ; traduit par M. W. de Fonvielle. — Gauthier-Villars et fils, Paris, 1895.

Herbert Spencer : Réponse au discours présidentiel du marquis de Salisbury sur « *Les limites de la Science* », traduite par M. Cazelles. — Librairie Guillaumin, Paris, 1896.

[2] Huxley était assis à côté de l'orateur ; quand lord Salisbury eut terminé son discours, l'illustre naturaliste demanda la parole et, avec toute la hauteur de vues qui était la marque propre de son esprit, il revendiqua les droits de la science ; il rappela l'origine, le développement lent et péniblement poursuivi, puis le triomphe éclatant de la doctrine de l'évolution, les idées nouvelles que cette doctrine, née d'observations zoologiques, botaniques et géologiques, a introduites dans le système entier de la science, les services qu'elle rend à la philosophie générale. Mais cette brillante riposte n'a pas été publiée. — Une heure après cette intéressante discussion, aussi vive qu'exempte de toute aigreur, Huxley et lord Salisbury s'entretenaient très amicalement, en plein centre théologique, dans le salon du doyen d'*All Souls*.

(Note de la Direction.)

début de la période tertiaire arrivent, en perdant successivement trois de leurs doigts, à réaliser le type du Solipède.

2° Dans chaque région du globe, les formes actuellement vivantes d'animaux et de plantes sont étroitement liées aux formes fossiles de la période précédente : l'Australie, presque exclusivement peuplée de Mammifères Marsupiaux lors de sa découverte, ne contient également, en fait de Mammifères, dans ses assises géologiques, que des Marsupiaux.

3° Les genres, les familles, les ordres, les classes, les embranchements mêmes, de nos classifications, ne sont pas des divisions séparées, comme cela devrait être si les espèces étaient indépendantes les unes des autres, mais on observe entre ces divisions tous les passages possibles.

4° L'embryon d'un animal quelque peu élevé d'une série zoologique quelconque passe successivement par les formes inférieures de cette série, avant de revêtir la forme adulte.

5° Les animaux possèdent très fréquemment des organes sans usage, de dimensions réduites, des *organes rudimentaires*, qui semblent déchus de l'importance qu'ils avaient eue précédemment.

Tandis que la doctrine de l'évolution peut s'appuyer sur l'édifice imposant de ces cinq ordres de faits, la doctrine des créations, déjà impuissante à expliquer leurs incontestables connexions, n'en peut trouver un seul à son actif, et repose sur une simple négation. Le choix de la première s'impose donc, si l'on se place sur le terrain strictement scientifique.

II

Reste à examiner la question de savoir si la doctrine de la *sélection naturelle* peut entrer pour une part quelconque dans l'explication du grand fait de l'évolution. Sans doute, toute l'histoire de l'élevage témoigne en faveur de la puissance de la sélection artificielle pour amener la fixation par hérédité des caractères présentés accidentellement par certains individus; c'est par la sélection artificielle que se forment les races domestiques, mais cette sélection artificielle demande à être intelligemment conduite dans une direction rigoureusement déterminée. Qui donc dirigera la sélection naturelle, et par quelle voie pourra-t-elle s'accomplir? Lord Salisbury ne trouve pas de réponse à cette question; cela tient simplement, remarque Herbert Spencer, à l'idée fausse que suggère à l'esprit le mot sélection. En fait, de quelque façon qu'elle s'opère, cette sélection a un résultat palpable : dans des conditions d'existence données, c'est la *survivance des êtres les mieux adaptés* à ces conditions, ou, comme on dit plus brièvement, la *survivance des plus aptes*. Or, ce résultat est indéniable, et, pour en rendre évidente la réalité, il suffit, dit fort ingénieusement Herbert Spencer, de constater l'absurdité de la proposition contraire, qui pourrait s'exprimer ainsi : *Les animaux et les plantes qui survivent actuellement sont ceux qui sont les moins aptes à tirer parti des conditions dans lesquelles ils doivent vivre*. Cet énoncé donne évidemment de la *survivance des plus aptes*, autrement dit des effets la *sélection naturelle*, une véritable *démonstration par l'absurde*.

Cela établi, l'auteur illustre des *Principes de Biologie* n'a pas de peine à montrer, par quelques exemples bien choisis, comment cette survivance des plus aptes entraîne la fixation — par hérédité — des variations avantageuses, comment elle joue le rôle de l'intelligence qui dirige les opérations de la sélection artificielle. Il ne reste plus dès lors à répondre qu'à une seule objection, tirée du temps nécessaire aux espèces pour évoluer. En raison des hasards contraires à l'exercice de la sélection naturelle dans une direction donnée, il aurait fallu, affirme lord Salisbury, des centaines de millions d'années à la Méduse pour devenir un Homme! Or, les calculs de lord Kelvin n'assignent pas à la durée de la vie à la surface du globe plus de cent millions d'années. On s'étonnera, peut-être, répond Herbert Spencer, de voir placer la Méduse sur l'arbre généalogique de l'Homme, à quoi, sans doute, aucun biologiste n'a jamais songé; on s'en étonnera d'autant plus que la Méduse n'est nullement nécessaire à l'argumentation de l'illustre chancelier de l'Université d'Oxford et que cette argumentation eût été bien plus forte encore si l'éminent homme d'État avait pris pour point de départ l'élément anatomique, le plastide, qui a été l'origine commune de tous les êtres vivants. Or, à l'époque actuelle, tout organisme humain commence encore par un plastide unique et achève son évolution en neuf mois, plus exactement 280 jours, soit 408.300 minutes. Si nous considérons chacune de ces minutes comme une phase déterminée de l'évolution du fœtus humain, il est bien évident que, pendant la durée qu'elle représente, le fœtus n'a subi aucune modification appréciable aux moyens d'investigation les plus délicats. Acceptons, sans les contester, — ce qui serait pourtant facile, — les cent millions d'années dans lesquelles lord Salisbury enferme toute la durée de l'évolution organique. L'évolution étant continue, les cent millions d'années représentent le temps qu'a mis, avec des vicissitudes diverses, l'organisme humain pour parvenir à l'état actuel. Chacune des 408.300 phases dans lesquelles nous venons de diviser l'évolution embryogénique de

l'Homme, correspond, dans ces cent millions d'années, non plus à une minute, mais à deux cent cinquante ans. C'est-à-dire que, dans l'hypothèse de lord Salisbury, on peut allouer deux cent cinquante ans à chacun des organismes progéniteurs de l'Homme pour se modifier de la quantité inappréciable dont se modifie actuellement le fœtus en une minute. C'est manifestement beaucoup plus qu'il ne faut pour assurer le passage du plastide à l'Homme. Si maintenant l'on remarque que, pour les formes inférieures aux Mammifères et même pour beaucoup de Mammifères, l'état adulte est acquis en moins d'un an, on pourra considérer chaque année comme correspondant à une génération; on peut dire que, dans sa marche ascendante vers l'Homme à partir des plastides isolés primitifs, l'évolution paléontologique dispose de deux cent cinquante générations pour assurer à un organisme une modification aussi légère que celle que chaque fœtus humain subit actuellement en une minute. Imaginons que, sur ce nombre, 240 générations ne produisent aucune modification dans le sens voulu ou même en produisent en sens inverse; les 10 générations restantes seront encore plus que suffisantes pour assurer l'évolution. L'objection de nombre de lord Salisbury tombe donc devant un examen quelque peu minutieux des faits. Toutes les autres objections se sont évanouies de même, et l'on peut dire que le premier ministre de l'Empire Britannique laisse absolument intact l'édifice construit par Darwin. Les chiffres comme les faits parlent invinciblement contre l'hypothèse des créations successives d'espèces.

III

L'argumentation d'Herbert Spencer, telle que nous venons de la résumer, est manifestement saisissante, et il a paru intéressant de la présenter à l'Académie des Sciences, sans rien ajouter aux arguments qu'a choisis l'illustre philosophe anglais. On nous pardonnera d'ajouter quelques remarques. La réponse d'Herbert Spencer à lord Salisbury marque, dans l'attitude des évolutionnistes à l'égard des partisans de la fixité des espèces, un changement d'attitude qu'on ne saurait trop signaler, et l'on peut s'étonner qu'il ait été si tardif. Jusqu'ici, les partisans de la fixité des espèces s'étaient campés en défenseurs de la science positive contre ce qu'ils appelaient le roman transformiste. Ils « sommaient » les savants qui s'engageaient à la suite de Lamarck, de Geoffroy Saint-Hilaire, de Wallace et de Darwin, de montrer une transformation d'espèce authentique, et, sans se douter de la puissance formidable qui menaçait leurs dernières positions, ils enregistraient fièrement l'absence de toute réponse à leurs « défis ». A cette attitude, les transformistes répondaient par une attitude plutôt humble; à l'exemple de Lamarck, ils s'excusaient de la liberté grande qu'ils prenaient de modifier quelques idées reçues. C'est exactement l'inverse de ce qui eût dû se produire si l'on était demeuré sur le terrain de la science pure, si aucune considération étrangère à la simple constatation de faits n'était venue se mêler au débat.

Ici apparaît encore la puissance des mots : toute la force momentanée des partisans de la fixité des espèces leur est venue de l'emploi fréquent par leurs disciples du mot *création*. Ce mot supposait l'intervention d'une cause première impénétrable, il s'alliait parfaitement avec le langage religieux d'une part, et d'autre part avec le scepticisme tranquille qui se résume dans le fameux *Ignorabimus!* de Dubois-Reymond. Mais, au point de vue scientifique proprement dit, au point de vue des faits, que cache le mot *création?* Il implique l'apparition subite d'êtres vivants sous l'action de causes indéterminables, supérieures, autonomes et se révélant par à-coups. Ces apparitions subites d'êtres vivants, sans l'intervention de parents qui les aient précédés, ont un nom dans le langage scientifique : elles constituent des *générations spontanées*. Pour l'homme de science, qui laisse aux théologiens et aux philosophes l'étude de la cause première, qui ne s'adresse qu'aux causes secondes, les mots *création* et *génération spontanée* sont donc synonymes. Personne aujourd'hui n'oserait avouer qu'il croit aux générations spontanées, et l'on doit admirer que les naturalistes les plus empressés à accueillir les résultats des grandes recherches de Pasteur, ont été en même temps les plus implacables adversaires de la doctrine de l'évolution. Comment des hommes qui ne pouvaient admettre la génération spontanée d'un infusoire, acceptaient-ils sans embarras la possibilité de la génération spontanée d'une baleine ou d'un éléphant?

IV

D'autre part, si l'on s'en tient à la méthode strictement scientifique, ou, si l'on veut, à la constatation pure et simple des faits, il est inexact de dire que l'évolution n'est pas démontrée dans la mesure même où sont tenues pour démontrées toutes les grandes théories de l'Astronomie et des Sciences physiques, et peut-être même davantage. Effectivement, la division des temps géologiques en périodes est basée sur le fait même du renouvellement total des faunes et des flores. Que des espèces aient apparu au cours de chacune de ces périodes,

que d'autres aient disparu, c'est là un fait banal. Or, les affinités des êtres dont nous ne connaissons que les dépouilles fossiles, avec les êtres actuellement vivants, sont tellement évidentes qu'on n'éprouve aucun embarras à les classer. Aucun d'eux ne porte la trace d'une apparition subite; tous ont possédé une organisation analogue à celle des êtres actuels, et rien n'autorise à penser qu'ils aient joui d'autres moyens de se constituer. D'autre part, nous ne connaissons actuellement qu'un seul et unique mode de formation des êtres vivants : la *reproduction*. « La vie seule engendre la vie. » S'il en est ainsi, — et admettre le contraire, c'est admettre la génération spontanée, c'est aller contre tous les faits scientifiquement constatés, — s'il en est ainsi, les êtres vivants adultes ne peuvent être que les descendants des formes *différentes* qui ont vécu dans les périodes précédentes. Par cela même, la vérité de la doctrine de l'évolution est établie. C'est cette doctrine, — et elle seule, — qui s'appuie sur les faits sans intervention d'aucune hypothèse étrangère à la science; c'est elle seule qui est scientifique; c'est aux évolutionnistes de demander à leurs adversaires la preuve des miracles dont ils se réclament. Se retrancher derrière une ignorance des possibilités contre lesquelles proteste tout ce que nous savons de précis, c'est proprement ce qu'on doit appeler une *défaite*. Et c'est à cela que se réduit toute l'argumentation des adversaires du transformisme.

V

Restent maintenant les explications qu'on a tenté de donner de l'évolution. Il y a là, encore, une confusion à signaler : c'est celle qui consiste à prendre la théorie de Darwin comme une explication de l'évolution. Il n'y a dans le Darwinisme, réduit à sa proposition fondamenale, la *survivance des plus aptes*, — aucune explication proprement dite de l'évolution, mais simplement une tentative d'explication de ce grand fait biologique : la séparation des espèces les unes des autres, séparation qui leur permet de se perpétuer côte à côte sans jamais se mêler. Or, l'évolution aurait pu se produire sans qu'il y eût d'espèces. La race blanche, dans l'humanité, s'est perfectionnée sans se séparer spécifiquement des autres.

L'évolution, quelle qu'en soit la cause, quels qu'en soient les procédés, entraîne l'adaptation au milieu; l'une ne se peut concevoir sans l'autre. La désunion de ces deux conceptions aboutit fatalement à la proposition absurde mise en lumière par Herbert Spencer avec tant d'ingéniosité. Évolution et adaptation sont donc des termes peut-être un peu plus étroitement liés que ne le dit expressément le grand philosophe anglais. On est conduit à l'adaptation aussi bien par l'*hérédité des caractères acquis* de Lamarck que par la *continuité du plasma germinatif* de Weissman. C'est donc seulement au moment de pénétrer le mécanisme de l'adaptation, de déterminer les causes des variations entre lesquelles les forces naturelles choisissent celles qui doivent se perpétuer, de préciser le procédé suivant lequel s'est réalisée la complication graduelle des organismes, c'est à ce moment des explications proprement dites que les divergences commencent et que nous retombons dans le chaos. Les expériences de Brown Séquard sur l'hérédité de l'épilepsie des cochons d'Inde dont le nerf sciatique a été broyé, la preuve, fournie par MM. Charrin et Gley [1], que certaines toxines peuvent agir sur les éléments génitaux, semblent faire pencher définitivement la balance en faveur de Lamarck contre Weissman; les belles études de Semper relatives à l'action directe des milieux sur les Mollusques, celles de Standfuss sur la production artificielle des variétés de papillons, celles de M. Bonnier sur les variations des plantes alpines, et bien d'autres nous ont fait connaître des causes imprévues de variations. J'ai montré, moi-même, dans mon livre « *Les Colonies animales* », comment, par l'*association*, la *différenciation* des éléments anatomiques, leur solidarité croissante et leurs modes divers de groupement, arrivaient à se constituer les diverses formes de l'individualité animale; j'ai cherché à expliquer comment des individualités de plus en plus complexes se constituaient par la combinaison et la fusion à divers degrés d'individualités plus simples.

Les explications vraies, les causes immédiates de l'évolution commencent donc à être scientifiquement déterminées; tout au moins, ce qui est fait, à l'heure actuelle, suffit à établir qu'elles sont positivement déterminables, et les biologistes peuvent travailler en suivant la route ouverte par Lamarck, sans s'émouvoir de quelques protestations de plus en plus isolées, même dans le monde des théologiens, assurés que, quoi qu'il arrive, ils auront fait une œuvre utile.

Edmond Perrier,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum.

[1] Sur ce sujet à l'ordre du jour de la Biologie générale, voyez, dans la *Revue* du 15 janvier 1895 (t. VII, p. 1), l'étude que M. le Dr A. Charrin a consacrée à l'*Hérédité en Pathologie, aux expériences sur la transmission des états morbides par voie de descendance*. (Note de la Direction.)

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

666,1

DE LA VERRERIE ET DE LA CRISTALLERIE

EN FRANCE [1]

VI. — Industrie du verre a vitres.

L'industrie du verre à vitres ne remonte pas à plus d'un siècle et demi, en tant que grande industrie : de Bohême et de la Forêt-Noire, ces régions boisées où les Vénitiens avaient établi des fours, elle fut importée en Belgique vers 1730; la mise en exploitation des gisements de houille de Charleroi favorisa son développement rapide; c'est de là qu'elle a pénétré en France : elle y est devenue assez florissante, — assez, du moins, pour suffire à la consommation.

Actuellement la verrerie à vitres française traverse une crise très intense : la consommation y est de 6.800.000 mètres carrés, tandis que sa capacité de production est de 13.000.000, de sorte que cette industrie ne saurait marcher en plein qu'avec une exportation de 6.000.000 de mètres carrés. Or, l'exportation est nulle (100.000 mètres carrés par an) et ne fait que décroître, tandis que l'importation belge augmente, en dépit du droit presque prohibitif qui frappe les vitres à l'entrée en France.

Trois verreries, à Marseille, Aniche, Bessèges, — sont déjà sans feu ; les autres sont obligées de faire quatre et cinq mois de four mort.

C'est la Belgique, disons le bassin de Charleroi, qui a toujours été et sera encore la terre d'élection de la verrerie à vitres. La raison fondamentale en est dans la supériorité de ses ouvriers : robustes et adroits, bien que lents dans leurs mouvements, ne se laissant jamais rebuter par la dureté d'un travail, les Belges excellent à la fabrication de ces vitres énormes dont la confection exige une force musculaire considérable jointe à une grande précision de mouvements, d'ailleurs assez lents.

Cette supériorité des Belges est tellement reconnue qu'il ne se fonde pas de verrerie à vitres à l'Étranger, en Russie, aux États-Unis, sans le concours de plusieurs équipes de souffleurs de Charleroi, et chaque année des centaines d'ouvriers, embauchés à des tarifs leur permettant de gagner de 1.200 à 1.500 francs *par mois*, traversent l'Allemagne ou l'Atlantique; ils vont faire une campagne hors de leur patrie, mais reviennent l'année suivante dans leurs foyers.

Pendant longtemps la Belgique a fourni de vitres le monde entier : elle possédait vraiment un monopole qui fut pour elle une source abondante de richesse; mais son meilleur client, l'Amérique du Nord, est en train de lui échapper, devenant aussi un producteur de premier ordre; à son exemple, tous les pays consommateurs de verre à vitres cherchent à se suffire eux-mêmes. Le succès des dernières usines et des fours à gaz a grandement favorisé cette expansion de la verrerie, qui s'implante en Russie, en Italie et, depuis quelques années, couvre le monde entier de nouveaux fours. Ce mouvement, trop rapide au début, a entraîné une surproduction dont l'effet se fait sentir partout, les vitres étant, par leur emballage facile, une excellente marchandise d'exportation. Les prix se sont avilis, même dans les pays à droits protecteurs élevés; il en est résulté une crise de la dernière intensité, dont tous les verriers souffrent, mais les Belges plus que les autres. Il est malheureusement à craindre que cette crise dure longtemps encore, car la plupart des verreries nouvelles n'ont pas encore atteint leur limite de production; là est l'état caractéristique de l'époque actuelle, on peut dire le point noir dans une industrie d'ailleurs fort en progrès. Cette situation est d'autant plus inquiétante qu'elle peut à tout instant se compliquer d'une question ouvrière.

Le tableau I résume la production et la consommation des principaux pays producteurs de verre à vitres. (Pour la répartition, voir la *Revue*, page 72.)

Tableau I. — Production et consommation de la Verrerie à vitres

PAYS	Nombre d'usines	Capacité de Production	Production réelle	Consommation
Belgique....	22	29.000.000	26.000.000	2.700.000
France.....	20	13.000.000	6.000.000	6.800.000
Italie.....	8	4.000.000	1.860.000	2.300.000
Russie.....			8.000.000	10.000.000
Allemagne....			8.000.000	8.000.000
Angleterre....			600.000	13.800.000
Suède.....	9	1.300.000	1.025.000	1.100.000
Norvège.....	2		335.000	600.000
Espagne.....	9	2.400.000		4.000.000
Etats-Unis....	24 bassins 126 fours à pots	19.500.000	15.000.000	17.500.000

Les progrès de la fabrication du verre à vitres se rapportent à deux causes : *abaissement du prix de la*

[1] La première partie de cette étude a paru dans la précédente livraison de la *Revue* (n° du 30 janvier 1896, t. VII, pages 68 à 96).

matière première et *perfectionnement des fours;* les procédés manuels de fabrication n'ont subi que des changements insignifiants.

§ 1. — Matières premières. Composition du verre à vitres.

La composition du verre à vitres est à peu près la suivante :

SiO^2; Al^2O^3 CaO; Alcalis (soude).

tance fondue, déplacer l'acide sulfurique; cette idée n'est pas suffisamment établie, car les verriers à bouteilles, qui emploient également des sulfates et même des sulfates acides, se passent de l'addition de charbon et n'en font pas moins un beau verre. Il y a là une question chimique à élucider.

Le progrès énorme de l'industrie des produits chimiques a eu sur l'industrie vitrière un contrecoup très sensible non seulement par l'abaissement

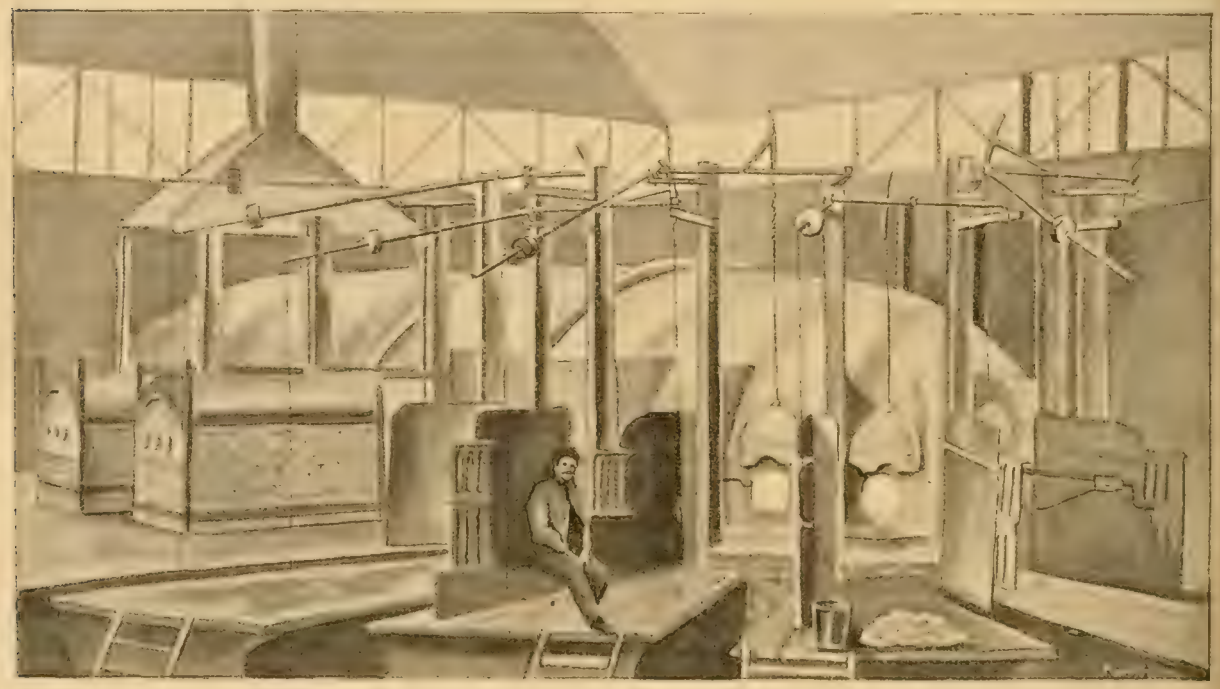


Fig. 1. — *Vue d'ensemble de l'étage supérieur d'un four à bassin.* — Cette photographie représente notamment la voûte qui surmonte tout le bassin et où circule la flamme; du bassin lui-même elle ne laisse voir que la partie supérieure, entourée des plates-formes où se tiennent les souffleurs (un seul de ces ouvriers est figuré ici); mais le bassin plonge (voir fig. 2 et 3) beaucoup au-dessous de cet étage, dont le niveau correspond à peu près à la surface supérieure du bain de verre dans la cuve. A cet étage les souffleurs et leurs aides accèdent au moyen d'échelles, dont les degrés supérieurs apparaissent au premier plan de cette photographie. Chaque groupe d'ouvriers (1 souffleur et ses aides) travaille sur une plate-forme séparée de ses voisines par un grand espace vide : c'est dans cet espace que le souffleur balance sa canne chargée de verre (voir fig. 4). En regard de chaque plate-forme la voûte du four est munie d'ouvertures (ouvreaux) par lesquelles les ouvriers introduisent leurs cannes pour puiser le verre en fusion. — La flamme du four blesserait la vue des verriers s'ils y étaient exposés d'une façon continue : aussi les ouvreaux sont-ils fermés par des obturateurs à coulisses, suspendus par des chaînes de fer à de grands leviers visibles au-dessus du dôme; ces leviers sont manœuvrés par des gamins chargés de relever les obturateurs au moment précis de la cueillette. — Vers la gauche de cette photographie se voient deux carneaux latéraux, qui amènent les gaz produits par les gazogènes et l'air nécessaire à la combustion venant de la chambre de récupération (X, fig. 3). L'enfournement des matières vitrifiables se fait dans la partie arrière du four par une large porte placée au-dessous de la cheminée et de la hotte visibles dans le fond et destinées à attirer la flamme de refoulement et les poussières. — Tout le four est situé sous un hangar, dont on voit ici le toit ajouré. Ce hangar protège les ouvriers et le four contre les intempéries, mais l'air y circule librement.

Les matières premières employées sont des substances, naturelles ou fabriquées, pures, c'est-à-dire ne contenant chacune que l'un des éléments silice, chaux, alcalis; ce sont : du sable quartzeux, du carbonate de chaux naturel et du sulfate de soude, mêlé parfois de carbonate : on y ajoute toujours, en Belgique, du charbon broyé, qui, réduisant l'acide sulfurique du sulfate de soude, facilite le dégagement du soufre sous forme d'acide sulfureux. Cette addition est considérée comme indispensable par tous les verriers belges et repose sur l'idée que la silice ne peut, même dans une subs-

du prix d'achat des sulfates de soude, mais par le fait que la pureté, l'absence de fer dans les fondants a permis d'employer des calcaires et sables moins purs que ceux d'autrefois : aujourd'hui les Belges n'emploient plus que du calcaire carbonifère, — qu'ils trouvent en masses énormes dans la vallée de la Meuse, — et un sable siliceux résultant de la désagrégation de schistes anciens formant de grandes poches dans la région de l'Ardenne, à côté des argiles réputées de la Meuse. Ces sables ont l'avantage de contenir des résidus charbonneux qui dispensent presque complète-

ment de l'addition de charbon. Les fondants sont achetés presque exclusivement à l'industrie française et surtout à la Compagnie de Saint-Gobain, qui expédie ses sulfates en bateaux par les canaux de Saint-Quentin et de Sambre-et-Meuse ou par chemin de fer [1].

Un dernier effet de la pureté des éléments employés a été l'amélioration du verre; dans tous les fours à bassin de Charleroi la limpidité de la matière en fusion est parfaite, et les défauts, — bouillons, grains, etc., — sont rares : la question chimique n'existe, pour ainsi dire pas, car un industriel qui a une bonne composition a peu de peine à s'y tenir : il n'existe donc que peu de laboratoires.

§ 2. — **Fusion des éléments. — Fours à bassin.**

La question des fours a, en verrerie à vitres, une importance prépondérante : il suffit de passer quelques heures à Charleroi pour se convaincre qu'elle constitue la préoccupation dominante des chefs d'usine. Peu de transformations industrielles ont été aussi brusques que celle qui a substitué aux anciens fours à pots les immenses fours *à bassin* actuels : commencée en 1887, après dix années de tâtonnements, cette transformation peut être considérée comme à peu près terminée : une verrerie à vitres qui ne possède que des fours à pots est vouée aujourd'hui à une brève disparition.

La figure 1 représente l'aspect extérieur d'un four à bassin, vu dans la partie supérieure, là où travaillent les souffleurs. Les figures 2 et 3 en donnent la coupe. Ces fours sont dits *à bassin*, parce qu'au lieu d'être, comme en cristallerie, fractionnée et renfermée, à l'abri de la flamme, dans des pots isolés, la matière qu'ils fondent remplit l'immense bassin (DE, fig. 2, et AB, fig. 3) que constitue toute leur concavité. Ce qui rend possible une telle disposition, c'est que le verre à vitres n'est pas assez pur pour exiger d'être protégé contre la flamme. La grande cuve qui le contient est de forme assez variable; en général, sa surface représente un rectangle terminé par une partie circulaire.

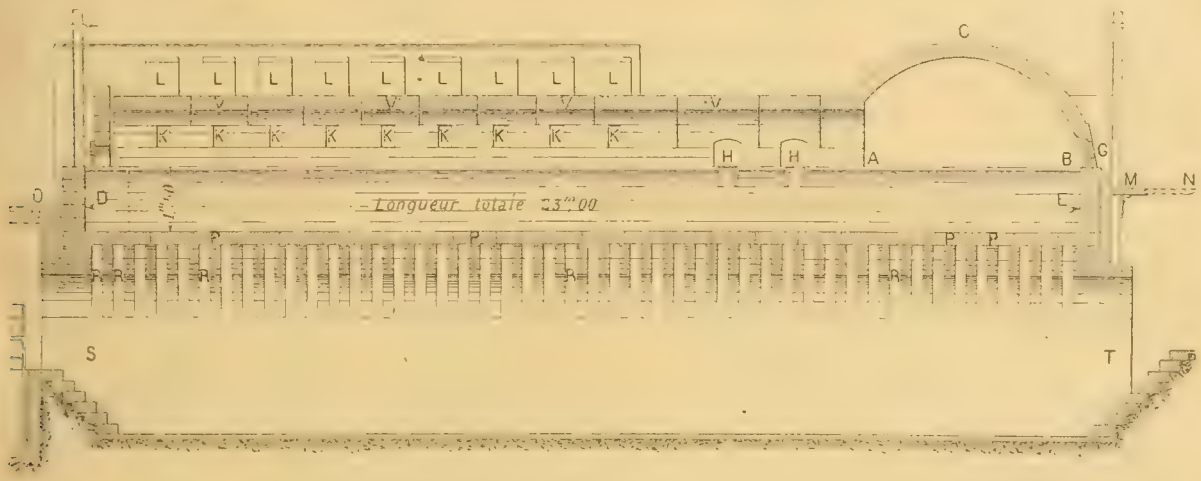


Fig. 2. — *Coupe verticale d'un four à bassin suivant son grand axe.* — Le bassin DE renferme le verre en fusion. Les parois P, P de cette grande cuve sont constituées par des briques alumineuses réfractaires. Tout le bassin repose sur un ensemble de petites voûtes R, au-dessous desquelles se trouve un grand espace mi-souterrain ST, destiné à refroidir le fond du four. Le bassin est surmonté d'une voûte élevée V, V où circule la flamme. Souvent, dans la région où se fait, par les ouvreaux G, la cueillette du verre, la voûte s'élève davantage et forme un dôme C, rempli par la flamme. Les souffleurs travaillent sur les plates-formes MN, un peu au-dessous du niveau supérieur AB du verre dans la cuve. Les chambres de récupération sont placées latéralement au four et au-dessous, c'est-à-dire contiguës à la galerie ST (voir fig. 3). Les gazogènes sont situés en dehors du massif du four et le gaz est amené par un carneau non visible sur la figure dans les carneaux L. — K, K, regards pour visiter le four. H, H, flotteurs destinés à arrêter les impuretés de la surface avant l'arrivée du verre dans le dôme.

La voûte qui la recouvre contribue aussi à donner à l'ensemble de la construction un aspect tout particulier (fig. 1 page 136, et fig. 4 page 140). Cette voûte offre, un peu au-dessus du niveau du verre, deux sortes d'ouvertures : les unes, portes de renfournement arrière de la fig. 1, servent à verser dans le bassin les matières à fondre et à combiner. Celles-ci, lentement entraînées par l'appel que détermine, à l'extrémité opposée de la cuve, la cueillette du verre, se mélangent intimement à la masse déjà fondue, de sorte que, dans la région où se fait la cueil-

[1] C'est un énorme débouché que le *Syndicat des fabricants de Produits chimiques français* a su se conserver par une entente générale sur les prix et des concessions importantes sur les prix d'exportation. Les sulfates de soude sont vendus actuellement à meilleur marché en Belgique qu'en France : beaucoup de nos verriers s'en plaignent, mais certes ce n'est pas cet écart dans leurs prix de revient qui leur rend bien difficile la lutte contre les Belges. Par contre, l'industrie des produits chimiques a su, sans le concours du Gouvernement, assurer sa prospérité par cette politique économique, qu'on peut comparer à un système de primes à l'exportation.

lette (fig. 1 et 4 — et BG, fig. 2), le verre en fusion offre une composition homogène. C'est dans cette région que se trouve l'autre série d'ouvertures (4 à 30) dont la voûte est pourvue, portes par lesquelles les verriers introduisent leurs cannes pour les charger de la *paraison* (fig. 1 et 4 — et G, fig. 2).

Les souffleurs se trouvant au niveau supérieur du verre (fig. 1 et 4), le bassin plonge beaucoup au-dessous de l'étage où ils travaillent. Ce bassin (D, E, fig. 2, et AB, fig. 3) est constitué par des briques alumineuses réfractaires, et reposé sur des dés qui permettent à l'air de circuler au-dessous de lui. A proximité de ce four, le plus souvent au-dessous ou autour de lui, le combustible, houille, coke ou bois [1], est gazéifié dans des gazogènes; l'oxyde de carbone et les hydrocarbures résultant de cette distillation sont, avec de l'air, introduits dans le four; ils y subissent la combustion totale; à la chaleur qu'ils dégagent ainsi vient s'ajouter celle des fumées que l'on récupère. Les fours à gaz et à récupération étant connus de nos lecteurs [2], nous n'avons à indiquer ici que l'adaptation spéciale de ces fours à l'industrie du verre à vitres.

1. *Conditions de température.* — La fusion du verre se faisant à une température très inférieure à celle que requièrent la plupart des opérations métallurgiques, la récupération des gaz est moins nécessaire en verrerie qu'en métallurgie au bon rendement calorifique. Notons, cependant, que plus le four est grand, plus elle est utile [3].

2. *Mécanisme de l'échange de chaleur entre le gaz et le verre.* — Le moindre excès de gaz fait bouillonner le verre en fusion ; un excès d'air, refroidissant le four, modifie les réactions des matières mélangées. Il importe donc d'accorder la plus grande attention au mécanisme de l'échange de chaleur entre les gaz et le corps à chauffer, mécanisme très variable suivant la nature physique de ce dernier.

La théorie d'un phénomène aussi complexe n'est assurément pas faite. Cependant certaines considérations semblent susceptibles de nous guider et il n'est, sans doute, pas inutile de les indiquer sommairement, puisqu'elles ont inspiré dans ses dernières créations, l'un des plus éminents ingénieurs de verrerie, M. Emile Gobbe, de Jumet.

Dans un four à acier la voûte doit être basse, parce que, le métal s'échauffant surtout par contact, rien ne servirait, pour le porter à haute température, d'augmenter, au delà d'une certaine limite, l'épaisseur de la lame gazeuse qui lèche sa surface. Il en est tout autrement en verrerie : à l'inverse de l'acier, le verre est mauvais conducteur de la chaleur obscure, mais diathermane à la radiation lumineuse.

Cette propriété conduit à supposer qu'on utilisera aussi bien la chaleur, quelle que soit la distance de la voûte au bain de verre à fondre, attendu que la radiation lumineuse se transmet en ligne droite et sans déperdition sensible dans son parcours.

D'autre part, on aura tout avantage à cet exhaussement de la voûte, *qui assure une combustion très complète* et remédie aux inconvénients spéciaux à la verrerie (bouillons, verre enfumé), qu'occasionne le contact de la flamme, souvent réductrice, avec la surface du verre en fusion [1].

Le système qui tiendra compte de cette remarque ralentira évidemment la circulation des gaz, mince inconvénient en raison de la faiblesse relative de la température à atteindre ; il exigera, d'autre part, une flamme très longue, ce qui conduit à construire de très grands fours et explique l'insuccès, jusqu'à présent constaté, des fours à faible production.

Les maîtres de verrerie belges, en particulier M. Baudoux et son ingénieur M. Pagnoul, ont depuis longtemps compris l'utilité des fours à voûte élevée. De son côté, M. Gobbe s'est livré à une minutieuse analyse des phénomènes qui s'y passent, et il a montré le rôle qu'y joue le pouvoir diathermane du verre. Plus le verre est diathermane, plus grande devra être l'épaisseur du bain fondu. L'expérience confirme cette prévision : tandis que le verre à vitres, — très diathermane, — est fondu

[1] Les fours construits en Russie sont généralement chauffés au bois, *avec gazogènes*. En France la verrie de la Vieille-Loge emploie la même méthode de chauffage.

[2] Voyez la *Revue* du 30 juin 1894, t. V, pages 437 et suivantes.

[3] Ces assertions demandent peut-être un mot d'explication : Soit Q le nombre des calories cédées par les produits de combustion en passant de la température de combustion T à la température t, qui sert de régime au four; et soit Q' le nombre des calories dégagées par la combustion correspondante. On a :

$$\textit{Rendement} = \frac{Q}{Q'} = \frac{c\,(T - t)}{C},$$

si l'on appelle c la chaleur spécifique de l'unité de volume des produits de combustion, C le pouvoir calorifique du poids de houille correspondant à cette unité de volume. Il est évident que le rendement sera d'autant meilleur que T sera plus grand et t plus petit, pourvu que $\frac{c}{C}$ soit constant, c'est-à-dire que la composition des produits de combustion ne varie pas, ce qui est le cas des fours à gaz.

[1] M. Gobbe va plus loin dans l'explication de l'utilité, expérimentalement incontestable, des voûtes élevées en verreries et pense que, l'échauffement du verre résultant de l'incandescence des parois, il peut y avoir intérêt à accroître de toutes façons la surface incandescente et le périmètre de la section d'un four; et c'est là ce qui l'a, en partie, conduit à adopter les voûtes et les dômes élevés et à grande surface. Il n'est que juste de reconnaître les bons résultats qu'en en obtient en pratique. Comme modèles de ces fours, nous pouvons citer celui de l'usine de Jemmapes, dont les figures 1, 2 et 3 ci-dessus font connaître l'aspect et la disposition interne

jusqu'à près de 1 m. 50 ou même 2 mètres au-dessous de la surface du bain, le verre à bouteilles, beaucoup plus foncé, n'est vraiment liquide, dans le bassin, qu'à 30 ou 40 centimètres au-dessous du niveau supérieur.

Cette propriété a entraîné une difficulté particulière dans l'emploi des fours à bassin en verrerie à vitres. Liquide et presque aussi chaud au fond qu'à la surface, le verre perçait le four ; en outre, l'alumine des briques se dissolvait dans le verre fondu et venait le gâter.

M. Baudoux et son ingénieur, M. Pagnoul, améliorèrent leurs fours en approfondissant un peu le bassin ; mais c'est M. Gobbe qui a donné de ce problème la solution définitive en portant à 2 mètres la hauteur du bain. Pour apprécier l'audace d'une telle tentative, il faut remarquer que les fours construits d'après ces données contiennent jusqu'à 400.000 kilos de verre en fusion, et savoir tout le préjudice que cause au maître de verrerie une simple rupture de pot !

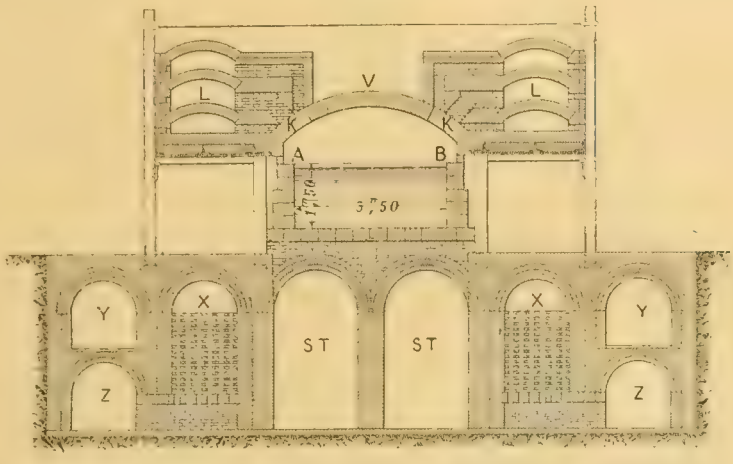


Fig. 3. — *Coupe verticale d'un four à bassin suivant son petit axe.* — Mêmes lettres que dans la figure précédente pour désigner les parties correspondantes. La figure permet de suivre la circulation du gaz. Le gaz venant du gazogène par une galerie X se rend, par des carneaux verticaux non représentés ici, à la galerie correspondante L et de là au four par les brûleurs K. L'air arrivant par une des galeries Z traverse l'une des chambres de récupération X et se rend aux deux petites galeries situées au-dessous et au-dessus de L et de là au four par deux jets entourant le gaz. Les fumées suivent un chemin inverse de l'autre côté du four.

3. *Construction des fours.* — Le cadre de cet article nous interdit d'entrer dans le détail de la construction des fours à bassin. Disons pourtant qu'il en existe plusieurs types, et citons parmi les ingénieurs les plus réputés dans ce genre de construction : la Société Siemens, déjà ancienne, et la Société Gobbe et Pagnoul.

La Société Siemens a son siège à Londres ; outre les anciens brevets de Sir William Siemens, tombés dans le domaine public, elle revendique comme son œuvre l'amélioration des voûtes et l'utilisation de la radiation pour le chauffage. La Société Gobbe et Pagnoul, dont le siège est à Jumet, près Charleroi, exploite les brevets Gobbe pour la construction des fours à cuve profonde ; elle a construit les quatre cinquièmes des bassins à vitres existant actuellement dans le monde entier. Les États-Unis principalement lui ont accordé leur faveur ; les grandes dimensions, qui font reculer les maîtres de verrerie en France et en Europe, ne sont pour les Américains qu'une séduction de plus, et il n'est pas rare que les constructeurs reçoivent de ce pays mégalomane des commandes sans autre indication technique que celle de faire des fours plus grands qu'aucun four connu.

Il n'est pas sans intérêt de signaler ici l'heureuse initiative, prise par MM. Gobbe et Pagnoul, d'introduire dans leurs traités avec les maîtres de verrerie cette clause que la conduite du four dont ils auront dressé le plan, devra leur être confiée pendant les deux ou trois premiers mois consécutifs à la construction. Le four est édifié par un entrepreneur de travaux, non par eux-mêmes. Mais, comme ils l'étudient jusque dans les moindres détails, afin de l'adapter à la nature du travail et à l'importance de la production dans chaque usine, comme ils fournissent les plans d'exécution définitifs, ils réclament pour leur œuvre la sanction d'une bonne fabrication : ils se chargent donc de l'allumage, de la mise en train, et possèdent, à cet effet, un personnel de maîtres fondeurs et ouvriers qui vont passer deux ou trois mois dans chaque usine où un nouveau four commence à fabriquer. Il y a de ce fait toute une organisation centralisée à Jumet, employant un grand nombre d'ouvriers belges, toujours prêts à se rendre dans les diverses parties du monde. MM. Gobbe et Pagnoul évitent ainsi aux industriels les écoles du début et leur fournissent une précieuse garantie, qui n'a pas peu contribué au succès de leurs fours.

§ 3. — Conséquences économiques et sociales de l'emploi des fours à bassin.

L'usage des fours à bassin a fait subir à diverses branches de la verrerie, en particulier à la verrerie à vitres, une modification profonde. Il en est résulté une économie de plus des deux tiers du combustible, économie considérable, très supérieure à celle que les fours à gaz réalisent sur les procédés de chauffage dans les industries à travail continu. Mais un autre avantage a ré-

duit plus encore les prix de revient : le four à bassin a supprimé l'atelier de poterie, qui coûtait si cher, les accidents de toutes sortes, si onéreux, que produisaient souvent les ruptures de pots. Il a facilité le *cueillage* du verre et permis aux gamins de quinze ans, — à qui l'accès des pots était interdit, — d'intervenir dans la fabrication, de s'exercer au travail d'une matière devenue moins coûteuse, et de faire ainsi graduellement leur apprentissage de futurs souffleurs.

Cette simplification du travail a cependant suscité de profonds mécontentements. En voyant des jeunes gens se ranger à côté d'eux et prendre quelquefois leurs places, les vieux verriers ont senti s'effondrer, avec leurs anciens privilèges, ce brevet d'habileté que conférait jadis le titre de souffleur. D'autre part, les maîtres verriers n'ont pas compris à temps ce mécontentement général : certains ont abusé de la facilité que les nouveaux fours donnaient à l'apprentissage : ils ont fait place aux jeunes gens sans tenir suffisamment compte des services rendus par les anciens souffleurs; les rancunes des vieux verriers s'exaspérèrent; les sentiments de haine et de vengeance s'accrurent; toutes ces causes ont largement contribué à l'état de guerre déclaré actuel.

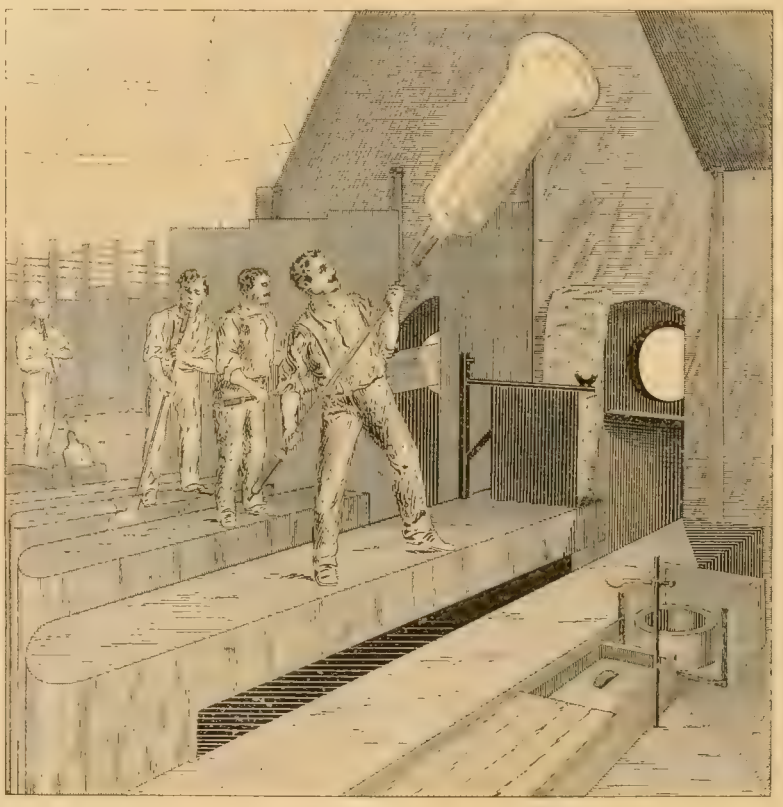


Fig. 4. — *Plates-formes sur lesquelles travaillent les souffleurs.* — Ces plates-formes sont adossées au four dans la région du dôme. Leur niveau correspond à peu près à la surface supérieure du bain de verre dans la cuve. Chaque plate-forme est isolée de ses voisines. Dans l'espace profond qui les sépare, les souffleurs balancent leurs cannes chargées de paraison et soufflent les *manchons* de verre. A gauche et au dernier plan un *gamin* façonne la paraison; le personnage du troisième plan est un *grand garçon*, occupé à souffler la paraison pour la mettre en boule. Cette paraison, réintroduite plusieurs fois dans le four, s'y charge d'une quantité croissante de verre. La masse destinée à former *manchon* est soufflée et balancée par le souffleur représenté au premier plan; derrière lui, on aperçoit un ouvrier en train de réchauffer l'extrémité d'un manchon à l'intérieur d'un ouvreau.

Signalons enfin, comme autre conséquence des fours à bassin, la réduction, de plus des deux tiers, du capital de premier établissement : un four coûtant 200.000 francs produit, en effet, autant que six ou huit fours à pots d'une valeur de 500.000 f., et tous les ateliers annexes sont condensés et simplifiés à l'avenant. Il s'ensuivit la création immédiate d'usines nombreuses et à forte production. Non seulement la Belgique et la France doublèrent et triplèrent leur fabrication, mais, comme nous l'avons indiqué au début de cet article, la Russie et les États-Unis, autrefois tributaires des usines françaises et belges, fondèrent des verreries. De là, surtout en verrerie à vitres, une crise d'une intensité inouïe, dont ont à souffrir les capitalistes, et qui retentit forcément sur la condition de l'ouvrier. De leur côté, les ouvriers, imbus du sentiment que le mal venait du progrès scientifique, se sont efforcés de l'entraver : lors de la terrible grève de Charleroi, M. Baudoux, l'éminent inventeur et maître de verrerie, a failli être, par plusieurs, précipité dans ses fours.

Disons aussi que la substitution des fours à bassin aux fours à pots, entraînant le passage du travail intermittent au travail continu, a rendu nécessaire la réorganisation des heures de travail. Aucun système proposé à ce sujet n'a encore obtenu l'approbation complète des ouvriers et des patrons.

En présence de tant de complications causées par les nouveaux fours, on peut se demander s'il est à désirer que les fours à bassin se développent davantage et gagnent les industries du verre où ils n'ont pas encore pénétré : la gobeleterie et la cristallerie. La réponse n'est pas douteuse : quelques conséquences qu'il entraîne, le four à bassin constitue un immense progrès technique; fatale-

ment, il s'imposera de plus en plus. Mais, pour éviter les crises de subite surproduction, souhaitons que les modèles de l'avenir puissent être, sans abaissement du rendement calorifique, réduits à de petites dimensions. Ce desideratum mérite spécialement l'attention des ingénieurs.

§ 4. — **Travail de fabrication du verre à vitres.**

Les vitres peuvent se fabriquer par deux procédés : en *plateaux* et en *manchons* ou cylindres.

1. *Vitres à plateaux.* — Dans cet ancien procédé la paraison gonflée sous forme d'une sphère aplatie était soudée à une tige de fer détachée de la canne, puis ouverte au feu par la force centrifuge jusqu'à ce qu'elle se développât en un large disque, d'épaisseur assez régulière. Le disque était ensuite débité en petits carreaux.

Ce procédé n'a qu'un intérêt historique; mais cet intérêt est grand, car c'est lui qui a fourni les premières vitres romaines, celles que l'on a retrouvées à Pompéi, les vitraux de nos cathédrales, les culs de bouteille et les œils-de-bœuf de nos vieux châteaux; il a été seul usité en France jusqu'à l'arrivée des Belges, en Angleterre jusqu'en 1850; mais il est aujourd'hui abandonné.

2. *Vitres en manchons ou cylindres.* — Ce procédé, — le seul usité de nos jours, — est moins simple que le précédent, mais donne des produits d'une régularité d'épaisseur et d'une planimétrie remarquables : il comporte deux opérations : le soufflage du cylindre et l'étendage.

a). *Soufflage.* — Pour obtenir les immenses cylindres de 1m50 à 2 mètres de hauteur et de 0,30 à 0,40 de largeur, première étape de la fabrication, le maître-verrier balance sa paraison au-dessus d'une grande fosse, en soufflant constamment (fig. 4). Les actions combinées de la pesanteur, de la force centrifuge due au balancement et de la pression intérieure due au souffle, font allonger le verre sous forme de manchon terminé par une calotte sphérique. L'axe de ce cylindre est le prolongement de l'axe de la canne. Lorsque le cylindre a atteint la hauteur voulue, le souffleur le pose sur un chevalet et le détache de la canne; il coupe les deux extrémités, les deux calottes, au moyen d'un cordon de verre rouge ou, comme on le fait en Amérique, d'un fil de fer qu'on fait rougir par un courant électrique. Cette première étape de la fabrication fournit donc un cylindre droit à bases circulaires : le *manchon.*

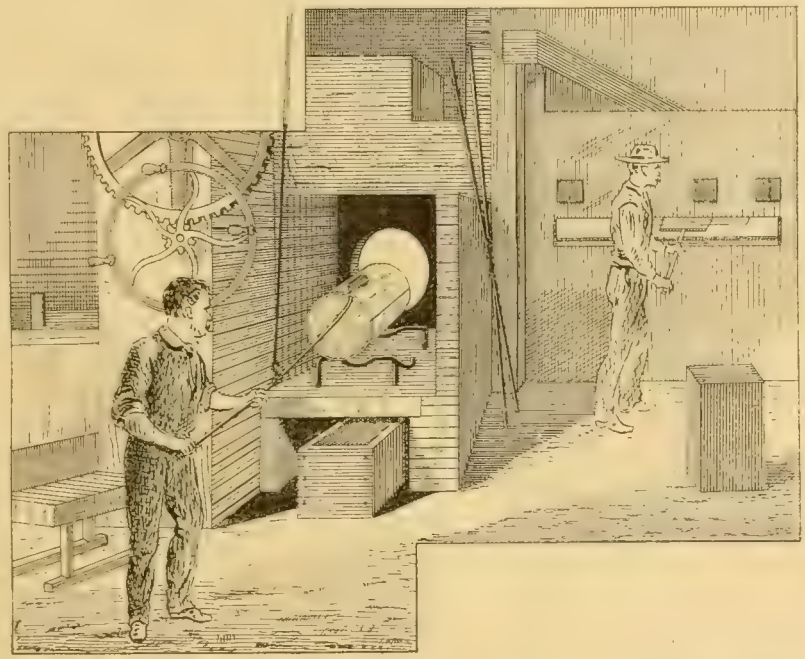


Fig. 5. — *Enfournement d'un cylindre de verre dans un four à étendre.* — L'ouvrier situé à gauche et au premier plan place le cylindre déjà fendu, puis l'aide à s'ouvrir à mesure que la chaleur le ramollit. — L'ouvrier représenté à droite et au dernier plan retire la vitre, devenue plane, qui a lentement parcouru un long circuit à l'intérieur du four et s'y est graduellement refroidie.

b). *Étendage.* — Après refroidissement, le manchon est fendu suivant une génératrice par un trait de diamant, puis renfourné dans un four circulaire à sole tournante, où il s'échauffe graduellement jusqu'à la température de ramollissement du verre. Un ouvrier le prend alors sur une palette et le dépose sur la table d'étendage placée dans un four (fig. 5) chauffé à la même température rouge-cerise : bientôt le cylindre s'ouvre de lui-même et l'ouvrier, promenant un rable en bois à sa surface (fig. 6), achève de l'aplanir.

Il suffit alors de recuire la vitre, ce qui se fait en quatre ou huit heures, dans un long four continu ou *carcaise* qui constitue la continuation du four d'étendage. Sortant de la carcaise (côté droit de figure 5), la vitre est découpée suivant différentes dimensions.

§ 5. — **Main-d'œuvre de la verrerie à vitres.**

Rien n'est plus aisé, en apparence, que le soufflage des manchons, qui se fait en quelques secondes, avec une sûreté remarquable : rien, en réalité, ne

demande plus d'adresse et de force. Bien que les grands manchons cubent jusqu'à 300 litres, le travail des poumons n'est pas la partie la plus pénible de ce dur labeur, car c'est surtout la pesanteur qui allonge le verre, le souffleur ne faisant qu'en diriger l'action et empêcher que le cylindre ne se creuse en fuseau. Mais le travail musculaire des bras, des jambes et de tout le corps est extrêmement dur et atteint les limites des forces humaines. Le verrier, en effet, manie, au bout d'une canne de deux mètres, lourde de 20 kilos, un poids de verre atteignant lui-même 20 à 30 kilos. Aussi les verriers ont-ils toujours été payés très cher, et cependant le recrutement en a parfois été très difficile. Au moment de la grande prospérité de la verrerie, il s'établit une véritable enchère qui amena les tarifs à des taux excessifs : un bon ouvrier pouvait alors gagner de 30 à 35 francs par jour et se faire des mois de 1.000 à 2.000 francs. Il est aisé de juger à quel gaspillage, à quel luxe fou se laissaient aller des ouvriers disposant, tout d'un coup, d'autant d'argent. Peu préparés à la culture intellectuelle, c'est surtout les plaisirs matériels qu'ils convoitèrent.

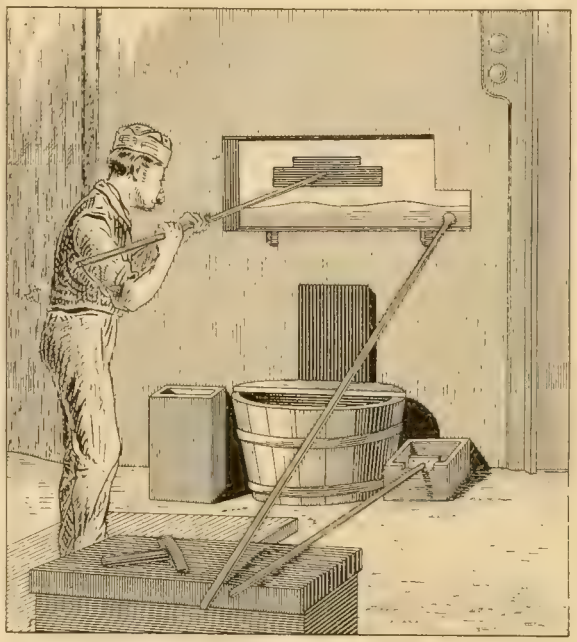


Fig. 6. — *Aplanissement de la vitre dans le four à étendre.* — Au moyen d'un rable en bois, qu'il introduit dans le four, un ouvrier aplanit la surface encore inégale du cylindre de verre déroulé par la chaleur.

Les excentricités des verriers de Charleroi sont restées légendaires. Mais cet âge d'or semble fini : sous l'influence de la crise actuelle, et pour soutenir la lutte avec les Américains, certains maîtres de verrerie ont cru devoir regagner sur la main-d'œuvre par tous les moyens possibles : réductions franches dont l'ouvrier a senti la nécessité, et, disons-le aussi, réductions dissimulées, garniture, rebuts non payés et que l'on ne casse pas, falsification des mesures, — actes que l'on ne saurait trop blâmer, qui irritent l'ouvrier et mettent le bon droit de son côté. — Aujourd'hui un bon ouvrier ne gagne plus par jour que de 12 à 15 francs, et, comme il ne travaille que cinq jours par semaine, son salaire mensuel ne dépasse pas 300 francs. C'est le *minimum* qui puisse suffire à un homme obligé, de par son travail, à une alimentation très substantielle, et forcément, *physiologiquement* entraîné à des dépenses de table assez considérables : c'est, en tout cas, une réduction énorme dont il souffre et à laquelle on ne peut que compatir. Il en est résulté un état de mécontentement aussi aigu en Belgique qu'en France.

§ 6. — **Progrès de l'industrie du verre à vitres.**

Le tableau un peu sombre que nous avons dû faire de l'état actuel de la verrerie à vitres et la crise vraiment terrible qui a suivi la transformation de cette industrie ne doivent pas faire perdre de vue l'influence vraiment bienfaisante de ce progrès au point de vue général. Tandis que les uns cherchaient à soutenir la lutte commerciale par un abaissement continu de leurs prix de vente, d'autres fabricants cherchaient le remède dans une amélioration du produit et se tournaient vers la production régulière de grandes vitres épaisses (verre double) et bien planes, capables de détrôner les glaces pour certains usages, tels que les grandes fenêtres, les devantures et même les miroirs [1]. Le consommateur a bénéficié largement de tous ces efforts; il trouve aujourd'hui à moitié prix un produit beaucoup plus beau que celui qu'il achetait il y a vingt ans ; le propriétaire d'une petite maison, l'ouvrier même — à cet égard la Belgique donne un saisissant exemple — peut orner sa maison de belles fenêtres et de glaces, et, comme c'est là le luxe le plus inoffensif, disons le plus utile[2], on ne peut qu'applaudir au progrès acquis, tout en souhaitant que l'équilibre industriel se rétablisse le plus promptement possible.

[1] L'industrie des miroirs en verre à vitres, sur laquelle nous ne pouvons ici nous étendre, prend à Charleroi un développement considérable : elle livre des miroirs d'appartement d'assez grande dimension à des prix d'un bon marché remarquable.

[2] Un autre emploi du verre à vitres, qui se répand de plus en plus, consiste à orner certaines fenêtres, de vitres de couleurs ou de verrières. La coloration du verre s'obtient par l'addition de colorants minéraux, sels de manganèse, de cobalt, etc., à une partie de la paraison. L'ouvrier plonge la paraison de verre blanc dans un bain de verre coloré. La matière colorante demeure à la surface extérieure du manchon soufflé, et finalement de la vitre. On emploie beaucoup, surtout depuis quelques années, ces vitres colorées pour éclairer les cages d'escalier et certaines pièces donnant sur des cours.

VII. — Glacerie.

§ 1. — Historique et Statistique.

C'est de 1691 que date véritablement l'industrie des glaces. A cette époque Louis Lucas de Nehou parvint à fabriquer de grandes glaces par le procédé du *coulage*, qui est encore le seul procédé en usage. Auparavant on soufflait les glaces en suivant un processus analogue à celui des verreries à vitres. Mais il est évident que l'on ne pouvait obtenir ainsi que des glaces de petites dimensions. C'est pourquoi l'invention de Lucas de Nehou fit prendre à la Société de Saint-Gobain, dont il fut un des directeurs, un rapide et brillant essor; depuis lors cette Compagnie est devenue la première glacerie du monde.

La fondation de la Société des Manufactures de glaces et produits chimiques de *Saint-Gobain, Chauny et Cirey* remonte à 1665. Patronnée par Colbert, la *Manufacture Royale de glaces de miroirs* devint, en 1693, la *Manufacture Royale des grandes glaces* et s'installa au château de Saint-Gobain, près la Fère; en 1796 on établit à Chauny des ateliers de douci et de poli. La Compagnie de Saint-Gobain se transforma, en 1830, en Société anonyme, et, en 1858, la Compagnie de Saint-Quirin, qui lui faisait une concurence sérieuse, fusionna avec elle.

Cette grande Société, qui possède sept glaceries en France, Allemagne et Italie, produit annuellement : 900.000 mètres carrés de glaces;

650.000 mètres carrés de verres bruts minces, verres à relief, verres imprimés;

1.400.000 kilos de dalles et moulage;

100.000 kilos de verres d'optique.

Il existe, en outre, en France trois sociétés fabriquant des glaces : Sociétés des Glaces et Verres spéciaux du Nord à *Recquignies et Jeumont*, Manufactures d'*Aniche*, Société des glaces de Maubeuge à *Assevent*. Les deux premières se sont fait une place importante dans l'industrie des glaces : la troisième, moins considérable, compte environ 250 ouvriers.

Tableau II. — Production des glaces dans le monde.

	SOCIÉTÉS	USINES	MÈT. CARRÉS
Angleterre	3	3	700.000
Belgique	8	8	1.000.000
France	4	9	850.000
Allemagne	6	9	750.000
Italie	1	1	100.000
Russie	2	2	50.000
Etats-Unis	3	12	800.000
Autriche	1	1	30.000
			4.280.000

Le tableau II résume la production des glaces dans le monde. Remarquons, toutefois, que la production des États-Unis est difficile à évaluer exactement, car ses usines sont soumises à de fréquents chômages et marchent très irrégulièrement.

La conséquence inévitable de la multiplication des glaceries a été, comme en verrerie à vitres, une surproduction excessive et un abaissement des prix d'une brusquerie vraiment terrible.

La crise de la glacerie a été plus violente qu'aucune des crises de la grande industrie, et, si elle n'a pas amené en France de désastres, on ne peut l'attribuer qu'à la solidité et à l'habileté de la Compagnie qui sert de modèle à toutes les glaceries françaises; à l'étranger, plusieurs usines on dû fermer. La crise aujourd'hui s'atténue; par suite de l'abaissement des prix de vente la consommation s'étant accrue, l'équilibre s'est de nouveau rétabli, et il ne reste plus que le souvenir de cette lutte, qui s'est en somme terminée par un grand progrès industriel, très favorable au consommateur.

§ 2. — Composition des glaces et préparation des mélanges vitrifiables.

Le verre, destiné à être coulé et ne devant pas être bulleux, doit être assez fluide, et, par suite, riche en alcalis. Voici sa composition :

Composition ancienne		*Composition actuelle*	
Silice	100	Silice	100
Carbonate de soude	42	Soude	17,6 (sel Solway)
Charbon	2,5	Chaux	6,4
Carbonate de chaux	20	Alumine	0,37
Acide arsénieux	0,5	Fer	0,15

Il existe à Saint-Gobain un laboratoire, où toutes les matières premières entrant dans la composition des glaces et des produits réfractaires sont sérieusement étudiées. M. Henrivaux a su habilement compléter ou modifier les méthodes d'analyse pour le dosage de traces d'alumine et de fer, dont il a montré le rôle important dans la coloration des verres.

Il est nécessaire d'employer des matières premières les plus pures possible, et surtout exemptes de colorants, de fer en particulier.

Le sable provient de Champagne, de Fontainebleau ou de Nemours. Les grains de grès en rendent la fusion plus difficile et doivent être exclus.

Le calcaire provient de Landelies en Belgique, d'Aix-la-Chapelle, du nord de la France. C'est un calcaire carbonifère.

Le sulfate de soude doit être préparé dans une enceinte absolument exempte de fer.

Ici, comme en verrerie à vitres, les progrès de l'industrie chimique — dont Saint-Gobain profite mieux qu'aucune autre glacerie puisque la Compagnie fabrique elle-même ses produits — ont

eu la plus heureuse influence : non seulement le carbonate de soude Solvay est obtenu plus pur et à un prix quatre fois moindre qu'il y a trente ans, mais le sulfate de soude est lui-même aujourd'hui exempt du fer et peut entrer en beaucoup plus grande proportion dans les compositions.

Toutes ces matières sont tamisées et mélangées aujourd'hui par des appareils mécaniques : c'est la seule industrie verrière où le mélange à la pelle ait disparu, et encore n'y a-t-il pas longtemps.

pots ouverts que pour celle des pots couverts de cristallerie et gobeleterie.

La terre à pots est un mélange d'argile réfractaire crue de qualité supérieure, d'argile cuite et d'une quantité variable de grès finement pulvérisé et tamisé; elle est soumise à un malaxage répété quatre et cinq fois, qui en assure la parfaite homogénéité, débitée en cubes d'environ un décimètre et placée dans des caves ou elle subit 3 ou 4 mois le *pourrissage*, pendant lequel s'effectue une transformation, nécessaire au travail de modelage.

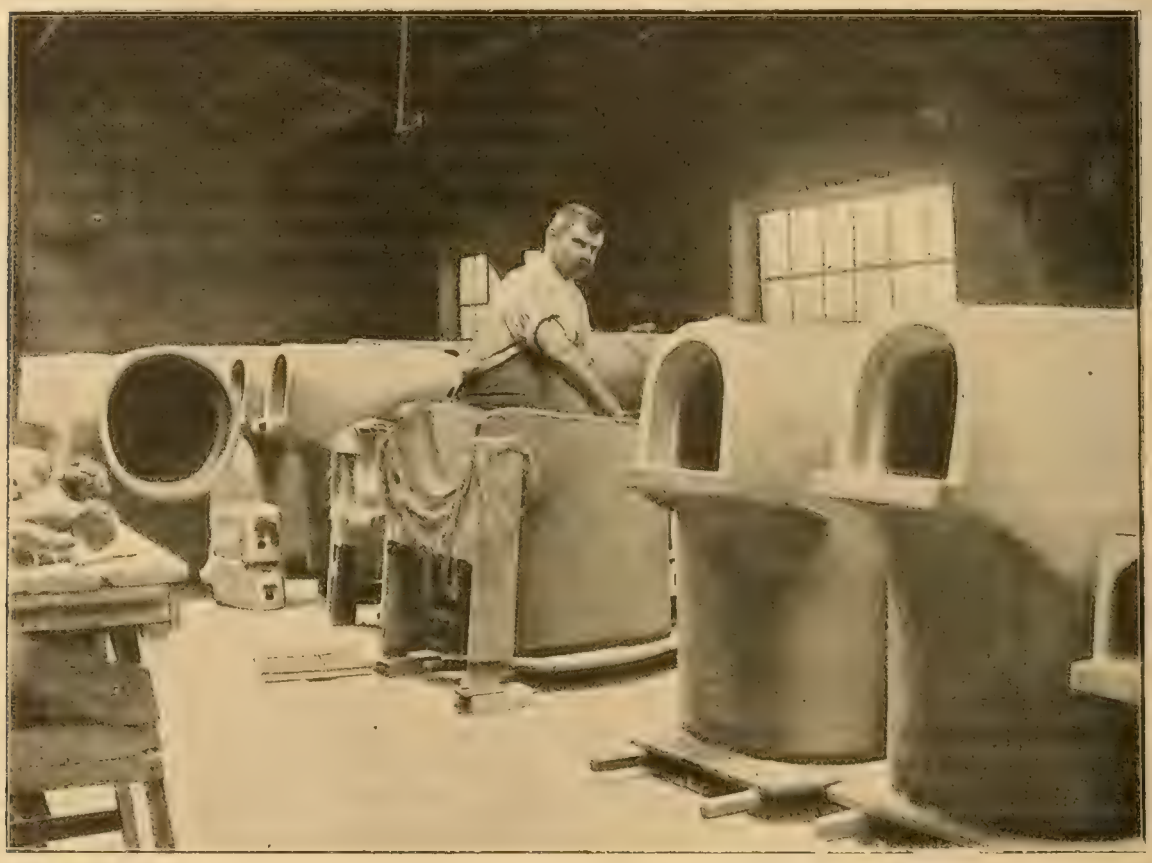


Fig. 7. — *Atelier de poterie des Usines de Jeumont.* — La photographie représente un potier occupé à façonner la partie inférieure d'un pot couvert, placé dans son moule de bois garni de grosse toile. Les creusets terminés, à droite et à gauche de l'ouvrier, subissent une première dessiccation à température ordinaire avant la mise à l'étuve. — A gauche, on voit une table sur laquelle sont placés les marrons de terre débités en petites boules.

§ 3. — Fusion, coulage, recuit.

1. *Fabrication des creusets.* — La fusion se fait dans des creusets ou *pots*.

C'est en glacerie que la bonne confection des pots a la plus grande importance.

Aussi les poteries des manufactures de glaces sont-elles des modèles : celle de Saint-Gobain est munie d'appareils mécaniques de pétrissage très perfectionnés ; nous devons aussi citer celle (fig. 7 des glaceries de Jeumont qui, sous la direction de M. Despret, administrateur de la Société, s'est acquis une juste réputation tant pour la fabrication des

Le creuset est façonné entièrement à la main avec l'aide d'un moule cylindrique en bois : l'ouvrier fait le travail en procédant par couches successives de quelques millimètres à peine ; il ne prend jamais que des morceaux de pâte de la dimension d'une grosse noix, qu'il étale minutieusement en évitant toute ligne de stratification. La confection d'un pot ne demande pas moins de six à huit heures de travail d'un ouvrier vigoureux.

Les creusets sont ensuite séchés dans de grandes étuves maintenues à 40° pendant trois mois, puis chauffés très progressivement en une huitaine de jours dans des arches spéciales.

2. *Fours.* — Les creusets sont disposés dans un grand four (fig. 8) qui peut en contenir de 8 à 20. sert, en outre, à l'enverrage des creusets neufs.

Une fois la fusion, l'affinage et la braise terminés,

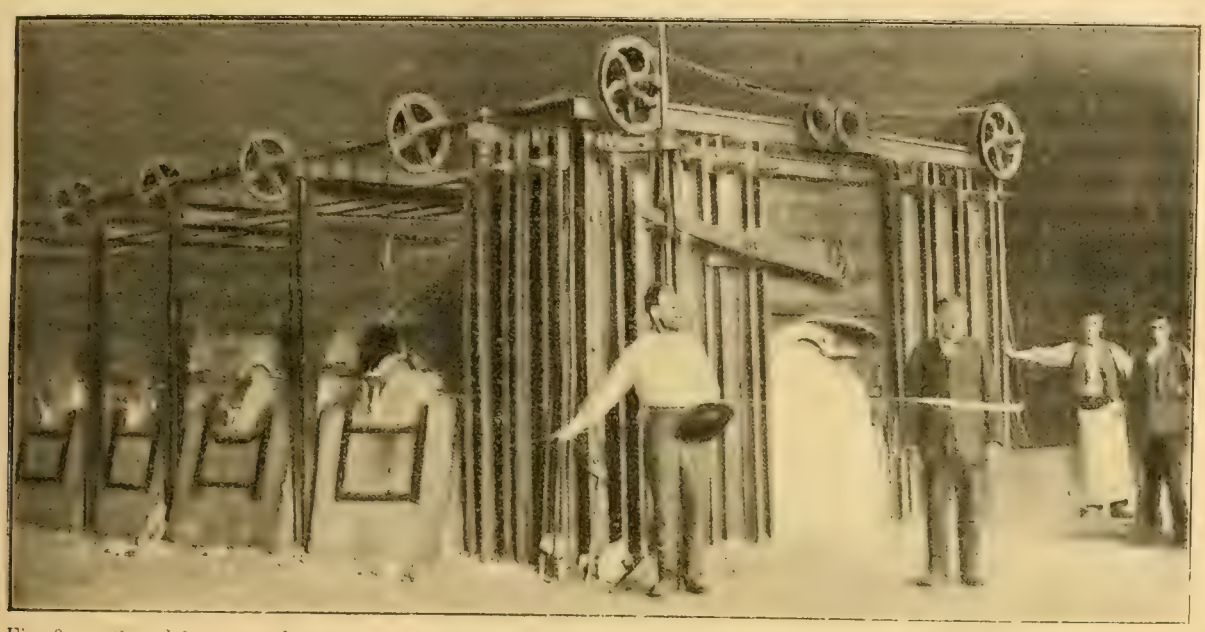


Fig. 8. — *Grand four pour la fusion du verre destiné à la fabrication des glaces (photographie aux Glaceries de Saint-Gobain.* — Ce four est du système Siemens, chauffé au gaz, l'arrivée et l'échappement du gaz, de l'air et des fumées se faisant par le plancher du four, on ne voit sur la figure aucun carneau. Le massif visible est donc constitué par une longue voûte symétrique par rapport au grand axe, contenant une double rangée de creusets; à chaque creuset correspond une porte, que l'on débouche au moment de la coulée. — Quatre de ces portes sont visibles sur le côté vers la gauche. Ces ouvertures sont munies d'obturateurs que l'on relève au moyen de chaînes enroulées sur les poulies visibles à la partie supérieure du four et qui permettent de suivre aisément les opérations de fonte et d'affinage. Devant la grande porte du four, le maître-fondeur présente au chef de fabrication une tige de fer qu'il a plongée dans un creuset. Ce dernier examine, par l'aspect du verre adhérant à l'outil, le degré d'avancement de l'affinage.

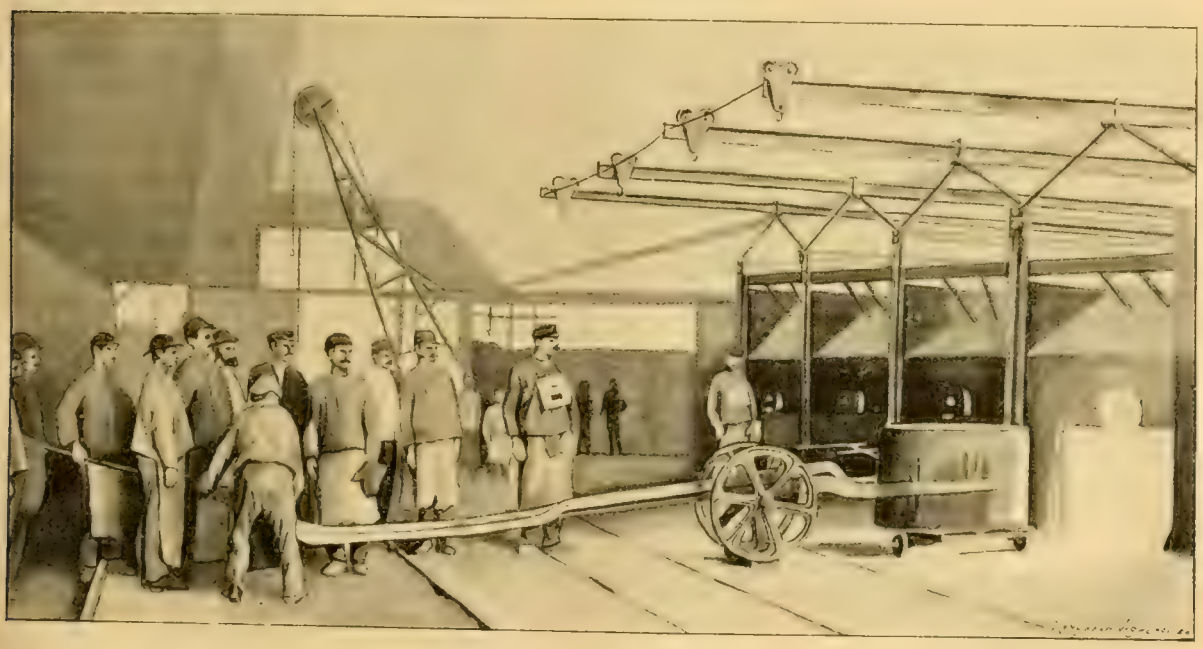


Fig. 9. — *Sortie des creusets renfermant le verre fondu* (à Saint-Gobain). — L'ouvreau étant débouché, on y introduit *la machine* d'un chariot à long *timon* appelé diable. Le diable, traîné par dix hommes, ayant été reculé à 1 mètre du four, on abaisse le timon pour soulever le creuset et l'on glisse en dessous un chariot à roues très basses plus maniable que le diable et à l'aide duquel on roule le pot près de la grue. La grue, visible à l'arrière-plan, est amenée et enlève le creuset pour le renverser ensuite sur la table d'épandage.

On charge d'abord une certaine quantité de calcin (débris de verre), puis la composition. Le calcin on procède au coulage. On ouvre la partie du four qui est devant le creuset; puis une pince fig. 9) saisit

le creuset et le place sur un chariot : arrivé près de la table de coulage, on renverse le creuset à l'aide d'une tenaille fixée à une grue (fig. 10 et 11). Le verre s'étale sur la table saupoudrée de sable fin. On termine l'étendage à l'aide d'un rouleau en fonte pesant environ 400 kilos. La largeur et l'épaisseur de la glace sont réglées par l'écartement et la hauteur de tringles en fer, sur lesquelles porte le rouleau.

Fig. 10. — *Renversement d'un pot de verre sur la table d'épandage (Photographie faite aux Glaceries de Saint-Gobain.* — Vers la droite se voit le grand rouleau cylindre qui se meut d'un bout à l'autre de la table pour y étendre uniformément le verre. Le chef de coulée, portant un rable appuyé sur la table, surveille le mouvement du verre et dirige la coulée.

La carcaise, ou four à recuire, est située en face de la table (fig. 13). Aussitôt l'étendage fini, on pousse la glace dans la carcaise; elle y restera plusieurs jours. Chaque four à recuire peut renfermer deux ou quatre glaces (fig. 13). Ces fours sont généralement chauffés soit au bois, soit, aussi bien, au gaz, et ils sont tous du type du four à boulanger, four qui seul assure un bon recuit.

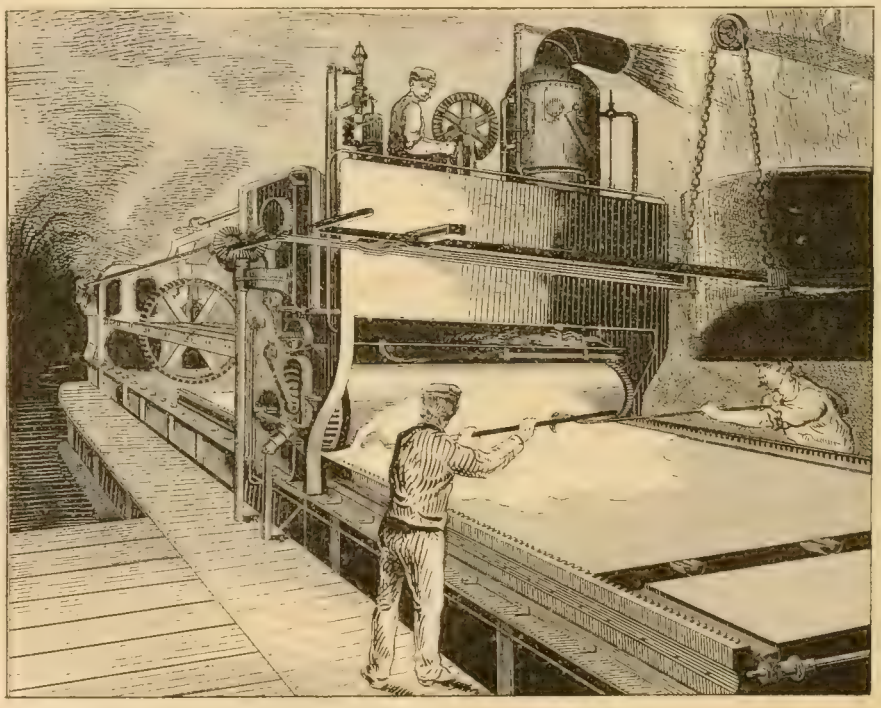


Fig. 11. — *Table d'épandage employée aux États-Unis.* — Des ouvriers, munis de ringards, distribuent la pâte semi-fluide du verre sous le cylindre qui l'étend; ce cylindre se déplace mécaniquement d'un bout à l'autre de la table et exerce sur le verre une pression, variable à volonté, que gradue à son gré un ouvrier.

Les opérations qui précèdent, restées les mêmes dans leurs grandes lignes depuis l'origine de la glacerie, ont reçu depuis trente ans des perfectionnements considérables.

Le premier en date, mais aussi le plus important, a été l'introduction des fours à combustible gazeux, l'application des inventions de Siemens au chauffage des pots de glacerie. C'est à M. Hector Biver que revient l'honneur d'avoir essayé ces fours dès 1868, à peine trois ans après les premiers essais de sir William Siemens; ce fut là véritablement un trait d'initiative remarquable, si l'on songe que tant de grandes usines hésitent encore, après vingt-cinq ans d'expérience, à appliquer les mêmes

principes. Depuis 1870, la Compagnie de Saint-Gobain ne possède plus que des fours à gaz : sans cesse, elle les modifie et vient, il y a quelques années, de construire des fours à bassin qui, réalisant une nouvelle économie de fusion, ont permis de donner une grande extension à la fabrication des verres à relief et imprimés : ces derniers fours ne peuvent encore servir à la coulée des grandes glaces.

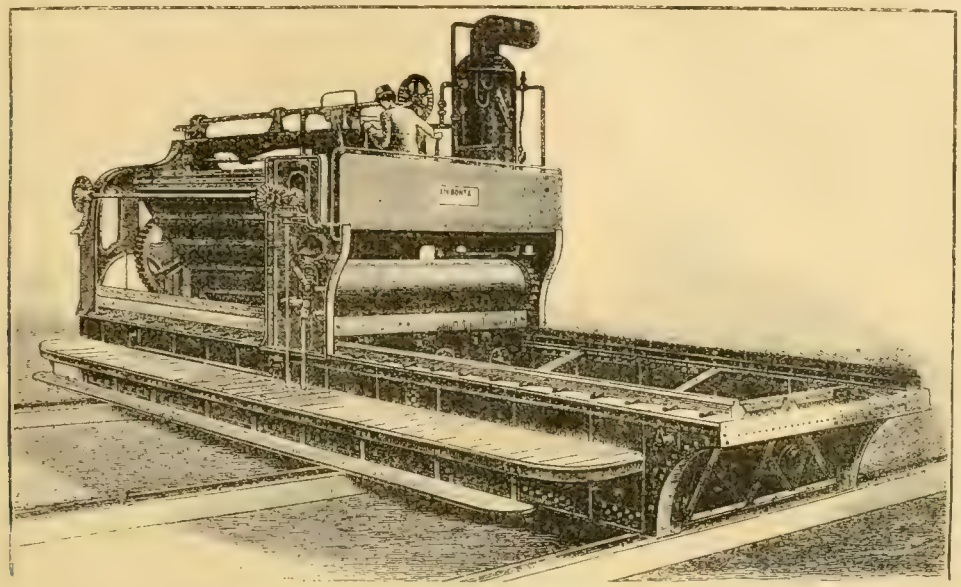


Fig. 12. — *Table des fig.* 11 *et* 13 *montée sur rails, de façon à se déplacer latéralement.* — Ce déplacement permet à la table de desservir successivement les diverses gueules du four à réchauffer de la figure 13.

Pour la coulée, les perfectionnements ont tendu surtout à la suppression de ces innombrables manœuvres dont le concours était nécessaire à la fabrication des grandes glaces : les grues servant à soulever les pots sont des appareils très perfectionnés mus par l'électricité ; la manœuvre du rouleau, autrefois faite par un treuil à main, se fait mécaniquement ; en Amérique, on a tenté de remplacer le treuil par un rouleau à vapeur ou à traction électrique ; enfin les glaces sont poussées mécaniquement dans l'intérieur des carcaises (fig. 12 et 13).

De cette façon la coulée d'une grande glace, l'une des plus puissantes et des plus belles opérations industrielles auxquelles on puisse assister, se fait simplement, presque sans intervention du travail de l'homme : sa direction y suffit.

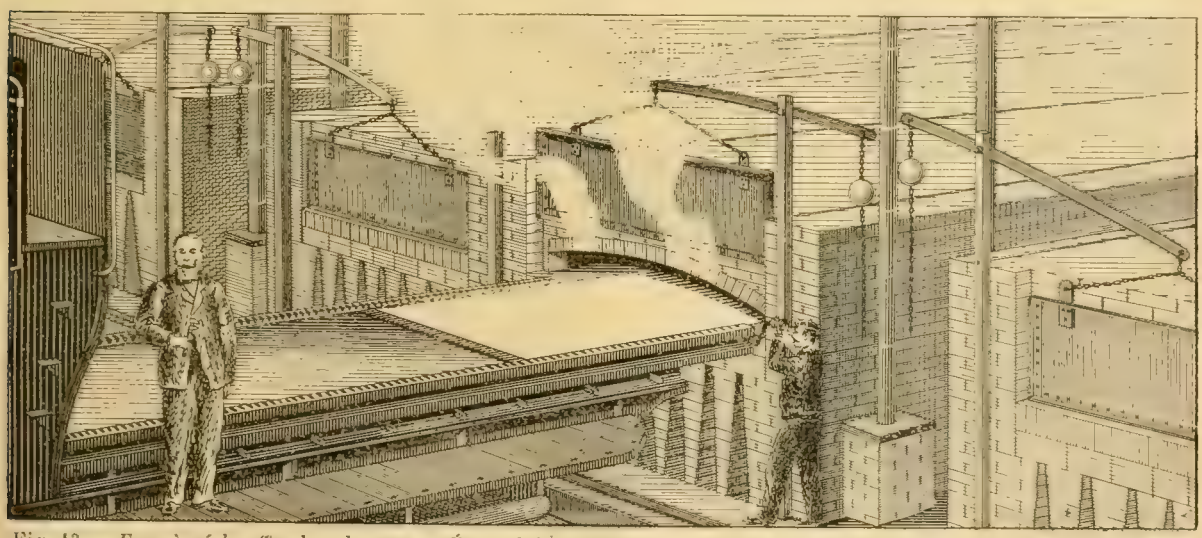


Fig. 13. — *Four à réchauffer les glaces, aux États-Unis.* — La table de la figure précédente aboutit à l'une des gueules du four à réchauffer ; au moyen d'une crémaillère, elle y introduit la glace.

La coulée des glaces, si simple en apparence, a soulevé les problèmes les plus compliqués, d'au-

tant que l'on abordait la fabrication de glaces de plus en plus grandes.

Lorsqu'on coule sur une table métallique une masse énorme de verre en fusion, le fer s'échauffe, et nous avons vu que cet échauffement est nécessaire pour empêcher que la glace ne se fende. Mais la conséquence de cet échauffement est une dilatation de la fonte, qui se courbe, en sorte que, si le rouleau était exactement cylindrique, la glace aurait au centre une épaisseur insuffisante. On y a remédié en donnant au cylindre la forme cintrée d'une hyperboloïde, et cet artifice a longtemps été le seul moyen d'obtenir des glaces d'épaisseur à peu près égale, dont le polissage est évidemment beaucoup plus économique. Depuis deux ou trois ans, un constructeur, M. Théophile Haut, a trouvé une solution meilleure : elle consiste à remplacer la table de coulée en une ou deux pièces par une table formée de l'assemblage d'un très grand nombre de plaques de fonte qui, jouant les unes par rapport aux autres, se dilatent sans donner de flèche à la table. Ce perfectionnement est considéré comme l'un des plus importants de ces dernières années.

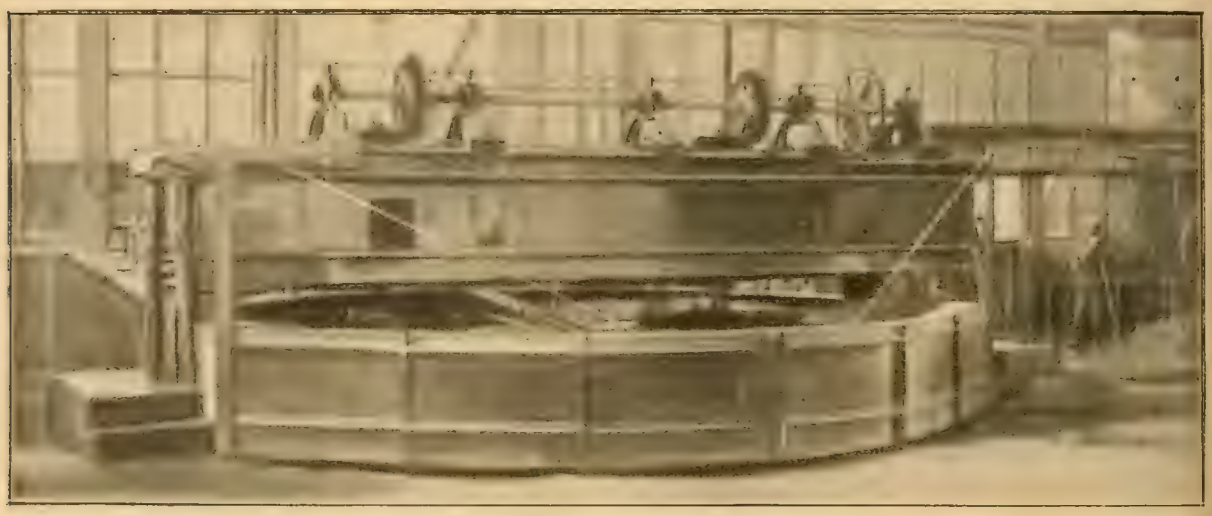


Fig. 14. — *Table à polir les glaces (photographiée aux Glaceries de Saint-Gobain.)*

§ 4. — Doucissage, savonnage, polissage.

Ces trois opérations sont, à l'heure actuelle, les plus importantes de la glacerie. D'elles, en effet, dépend le degré de perfection de la glace. De leur durée dépend le bon rendement de l'usine. On peut dire que tous les efforts ont tendu à remplacer la main de l'ouvrier par des procédés mécaniques et à gagner le plus de temps possible sur les manutentions, toujours longues et dangereuses.

Actuellement, à Saint-Gobain, il existe diverses machines destinées au doucissage, au savonnage et au polissage. Certains ouvriers sont arrivés, à l'aide de vieux appareils, à un degré d'habileté tel que l'on hésite à leur confier un appareil plus perfectionné, mais qu'ils connaîtront peu ou point.

Voici, sommairement indiqués, les procédés généraux employés il y a quelques années seulement :

La glace rugueuse à la sortie de la carcaise est examinée soigneusement. On en reconnaît les défauts et on la débite. Si les défauts sont assez insignifiants, on laisse la glace entière. On se contente de l'équarrir au diamant. La glace est scellée sur du plâtre, puis on promène à sa surface un châssis nommé ferrasse portant à la partie inférieure des bandes de fer. On jette entre ces bandes de fer et la glace du gros sable de rivière; on injecte en même temps un filet d'eau. Ce châssis reçoit un double mouvement, combiné de façon qu'aucun de ses points n'ait une vitesse nulle. Lorsqu'un côté est plan, on retourne la glace et on opère de même. L'opération du douci est terminée.

Le savonnage se fait dans un autre atelier en frottant l'une sur l'autre deux glaces doucies et en interposant entre elles de l'émeri de plus en plus fin. Cette opération nécessite aussi deux scellements au plâtre. Cette opération, qui se faisait à la main il n'y a pas encore longtemps, se fait aujourd'hui au moyen d'une glace à laquelle des liaisons cinématiques communiquent un mouvement en forme de 8 allongé.

Les glaces savonnées des deux côtés vont aux ateliers de polissage. Le polissage s'est fait mécaniquement bien avant le savonnage. Les feutres ou polissoirs reçoivent un mouvement de translation, soit rectiligne, soit circulaire. On emploie comme matière rayante de la *potée* délayée dans l'eau.

La glace est ensuite examinée soigneusement

dans une chambre tendue de noir. Après l'examen, on l'accepte, ou bien on la fait retoucher.

Cette méthode nécessite trois transports, six scellements et descellements. Aussi depuis longtemps on a cherché à doucir, savonner et polir la même face sans desceller.

C'est encore à M. Hector Biver que revient l'idée fondamentale de cette transformation, la plus importante, peut-être, de celles qu'a subies la fabrication des glaces. Depuis 1855, à l'instigation de son éminent directeur, la Compagnie de Saint-Gobain n'a cessé de poursuivre les études sur la simplification des procédés de polissage; la solution de ce problème, qui comporte des questions mécaniques de la plus haute difficulté, s'est faite graduellement et par étapes, et ce n'est qu'après trente-cinq ans de recherches, qu'on est parvenu à le résoudre. Aujourd'hui, on effectue les trois opérations : doucissage, savonnage, polissage, sur une même face, sans la desceller; il suffit ensuite de retourner la glace et de la sceller à nouveau, pour faire subir à la seconde face le même travail, et l'on obtient une glace finie avec deux scellements au lieu de six, et un seul retournement au lieu de cinq. Il est aisé de comprendre l'économie qui résulte de cette simplification.

Ajoutons que les tables, primitivement carrées, fixes ou animées d'un mouvement de va-et-vient, ont été remplacées par des tables circulaires animées d'un mouvement de rotation (fig. 14) : on a pu ainsi abaisser, de vingt-deux à dix-sept heures, le temps nécessaire pour travailler les deux faces d'une glace et diminuer beaucoup la force motrice nécessaire au polissage.

Ces transformations des procédés de polissage ont, en glacerie, une importance qu'il est facile de concevoir : elles ont abaissé les prix de revient, accru le rendement des appareils existants, diminué les frais d'installation des usines.

De tous les progrès que nous venons d'examiner, c'est incontestablement celui qui a exercé la plus grande influence sur la marche générale de l'industrie des glaces : c'est à lui que nous faisions allusion au début de ce chapitre, comme étant la cause de la marche en avant de la glacerie.

Il est curieux de jeter un coup d'œil sur le tableau III suivant, qui montre nettement l'influence, sur un bon rendement, du temps dépensé pour la confection d'une glace, soit à bras, soit au moyen de machines [1] :

Fig. 15. — *Transport d'une grande glace* (*Photographie faite aux Glaceries de Saint-Gobain*). — La glace est soulevée sur des sangles que les ouvriers tiennent avec la main, située en dedans contre la glace; celle-ci est maintenue verticalement en haut par les épaules des porteurs et par une autre série de sangles qu'ils tiennent de leur main extérieure. — Le chef d'équipe à gauche, marchant à reculons, surveille la flexion de la glace sujette à se plier comme une tôle, et rectifie l'alignement des porteurs.

Tableau III. — Rapidité des opérations.

	Vers 1765		En 1865		En 1889	
Mélange et enfournement	3	heures	3	heures	3	heures
Fonte et coulage..... ..	28	—	24	—	24	—
Séjour dans la carcaise..	96	-	84	—	72	—
Equarrissage.....	6	—	5	—	6	—
Doucissage des deux côtés d'une glace de 1m....	à bras 36		machine 28	—	10	—
Savonnage ..	— 5		à bras 5	—		
Polissage.....	— 72		machine 24	—	12	—
Total.....	246	heures	174	h.	127	heures

On voit combien le progrès du travail à toutes les étapes de la fabrication de la glace a réduit la durée totale des opérations.

[1] Ces chiffres sont empruntés à la brochure de M. Gentilini, sur la *Société de Saint-Gobain, Chauny et Cirey* (extraite du *Génie civil*).

§ 5. — Miroiterie.

Les glaces destinées à la miroiterie sont ou *argentées* ou *platinées*.

La Société de Saint-Gobain a renoncé au procédé d'étamage des glaces, si funeste à la santé des ouvriers. L'étamage consistait à déposer sur la glace un amalgame d'étain.

Environ 100.000 mètres carrés de glaces sont argentés annuellement à Saint-Gobain. On emploie deux procédés : 1° à froid, au sel de Seignette ; 1° à chaud, à l'acide tartrique (procédé Petitjean).

Le platinage consiste à déposer sur une glace un mélange de deux parties d'essence de lavande et une partie de bichlorure de platine. En évaporant, il reste une mince couche de platine. Les glaces platinées sont moins belles que les glaces argentées ; elles sont plus ternes. Seulement, ce procédé, appliqué aux vitres, donne d'excellents résultats. On peut y déposer, en effet, une mince couche de platine laissant passer 50 °/₀ de la lumière. On voit alors très bien au dehors, mais de l'extérieur on ne voit pas à l'intérieur.

§ 6. — Manutention des glaces.

Il est curieux d'observer la façon dont se font, dans les usines, le transport et la manutention des grandes glaces. Notre figure 15 permet de se rendre compte du procédé de transport, qui est très simple. Le bord inférieur de la glace repose sur une sangle supportée par deux rangées parallèles d'ouvriers. Ceux-ci maintiennent, en outre, la glace en équilibre dans une position verticale au moyen de grandes lattes appuyées sur les côtés de la glace.

La figure 16 montre un atelier de manutention aux Glaceries de Saint-Gobain. On voit que la levée et le transport des grandes glaces enfermées dans les caisses d'emballage s'exécute au moyen d'un pont roulant, ce qui est évidemment le meilleur moyen de les déplacer sans choc.

Fig. 16. — *Manutention, emballage et chargement des glaces (Photographie faite aux Glaceries de Saint-Gobain).* — Un pont roulant sert à charger et à transporter sans secousses les glaces emballées.

§ 7. — Questions commerciales.

1. *Transport des glaces.* — Les glaces sont transportées par les chemins de fer français aux prix de 0 fr. 12 à 0 fr. 15 la tonne kilométrique suivant l'emballage. Ces prix, quoique assez avantageux, pourraient encore être baissés, car les avaries en cours de route sont très rares.

Le port d'Anvers accapare toute l'exportation : le fret y est plus bas qu'au Havre, Dunkerque, Bordeaux, et surtout le déchargement, le chargement et l'arrimage y sont faits par un personnel habitué à ces manutentions.

2. *Droits de douane.* — Les glaces polies paient à l'entrée en France 3 francs ou 3 fr. 50 de droits

de douane par mètre carré suivant leur superficie; les glaces brutes, de 1 franc à 2 francs; les verres coulés, 4 fr. 50 par 100 kilos.

Ces droits représentent environ 10 °/₀ de la valeur et compensent à peine les charges qui grèvent l'industriel français comparativement à ses concurrents. Ainsi la Belgique donne aux ouvriers de ses glaceries des salaires de 20 °/₀ inférieurs à ceux des ouvriers français. Et cependant, grâce à la supériorité des produits des usines françaises et à la perfection de leur matériel, la lutte est encore égale sur le marché de l'exportation.

3. *Prix des glaces en France.* — Les prix sont essentiellement variables. Ils dépendent de l'épaisseur et de la superficie. Actuellement le mètre carré coûte de 23 à 45 francs, selon qu'il s'agit de glaces d'un demi-mètre carré ou de 10 mètres carrés.

La glacerie, et plus exactement la Compagnie de Saint-Gobain, fait le plus grand honneur à l'industrie française [1] et c'est un bien agréable devoir de le constater dans l'industrie verrière où, par ailleurs, il y a tant à faire.

Peut-être cette Société qui emploie son verre de glacerie à la fabrication de verres d'optique pourrait-elle compléter sa belle œuvre en abordant l'étude si intéressante des verres pour objectifs qui font la gloire de la verrerie allemande : c'est un desideratum que nous nous permettons de signaler, pensant que c'est à une compagnie à capitaux puissants, dans laquelle les questions chimiques sont suivies avec une grande compétence, que revient la charge des grands progrès, et Saint-Gobain l'a toujours compris.

VIII. — Verrerie a bouteilles

§ 1. — Historique et Statistique.

La fabrication des bouteilles est l'une des plus anciennes des industries du verre en France.

La plus ancienne verrerie en verre noir — c'est ainsi que l'on désignait jadis les fabriques de bouteilles, parce qu'elles employaient un verre très foncé, presque opaque — est celle de Quiquengrogne (Aisne) créée en 1290. Plus tard se fondèrent celles de Lorraine, puis de Bourgogne, et de Champagne, du XVIe au XVIIIe siècle. Elles prospérèrent toutes rapidement lorsque l'usage se répandit de faire vieillir les vins en bouteilles, et, dès le milieu du présent siècle, la production atteignait 100 millions de cols [1] par an. Depuis 25 ans elle s'est accrue beaucoup sous la double influence de la mise en valeur des sources minérales du Plateau Central et de l'extension du commerce des liqueurs en bouteilles. Elle atteint aujourd'hui 180 millions de cols, représentant une valeur marchande de 20 à 25 millions de francs.

Cette production se répartit entre quarante-trois usines, dont les plus importantes sont :

Carmaux, — pouvant produire de 35 à 40 millions de cols et fournissant Bordeaux, les Charentes, le Sud de la France;

Rive-de-Gier, — d'une importance à peu près égale, spécialisée dans les bouteilles à eaux minérales et les bonbonnes à acides, fournissant, en outre, Paris et le centre de la France;

Montluçon, — pouvant produire de 12 à 18 millions de cols et fournissant les Charentes et l'Ouest de la France;

Folembray, — pouvant produire de 10 à 12 millions de cols et fournissant la Champagne et les Charentes;

Fourmies, — la plus réputée des verreries pour bouteilles à vin de Champagne pour la qualité et la solidité de ses bouteilles;

Reims, — verrerie de construction récente spécialisée dans la fabrication des bouteilles à vin de Champagne.

Ces deux derniers établissements ont une production un peu variable suivant l'abondance des récoltes en Champagne, et d'ailleurs le nombre de cols ne permet pas de les comparer aux précédentes, les bouteilles à vins de Champagne ayant une valeur triple de celles à eaux minérales. Disons seulement que leur chiffre d'affaires est aussi important que celui des grandes verreries.

L'accroissement de production des bouteilles a suivi de la façon la plus caractéristique l'abaissement du prix de vente qui, de 15 à 16 francs en 1875, est tombé à 10 et 11 francs, subissant une réduction de 30 à 40 °/₀ [2].

[1] Il est bien difficile dans une société possédant un aussi grand nombre d'usines que la Compagnie de Saint-Gobain, de préciser le rôle des directeurs et ingénieurs qui ont le plus concouru au progrès général : ce progrès est œuvre indivise et impersonnelle. Aussi croyons-nous ne rendre qu'un juste hommage à tant d'efforts en donnant ici les noms des directeurs actuels de Saint-Gobain qui y ont participé. Le directeur général actuel est M. Alfred Biver, frère de M. Hector Biver, administrateur de la Compagnie. Les plus anciens directeurs sont M. Bauquel, à la tête de l'usine de Cirey, particulièrement connue pour la perfection de ses glaces; M. Arbenz, directeur de la glacerie de Stolberg; M. Hennecart, longtemps à la tête de l'usine de Montluçon qu'il a presque entièrement construite et l'une des plus belles de la Compagnie, maintenant secrétaire général; M. Henrivaux, directeur de Saint-Gobain, qui s'est acquis dans la chimie du verre une place à part; M. Meyer, directeur de la glacerie de Manheim; M. de Vienne, directeur de l'usine de polissage de Chauny, qu'il a transformée; enfin M. Delloye, directeur actuel de la nouvelle usine de Pise, à qui l'on doit les plus beaux perfectionnements mécaniques de la fabrication.

[1] C'est l'expression usitée pour compter les bouteilles.

[2] Nous croyons bon de signaler ici une tentative de création de verrerie en Algérie, la verrerie de Marceau. Bien que constituée dans des conditions économiques et techniques qui rendent un succès assez aléatoire, cette usine est intéressante et d'ailleurs encouragée par le gouvernement algérien : Si elle

Plus qu'aucune autre industrie, la verrerie à bouteilles est soumise à la loi de l'accroissement de consommation en raison inverse des prix de vente; cela n'est-il pas évident, si l'on songe que les liquides susceptibles d'être expédiées, emballées en bouteilles présentent une échelle de valeurs continue depuis les liqueurs de prix, qui sont rares, jusqu'à l'eau minérale dont la source est inépuisable; chaque abaissement de la valeur relative du contenant par rapport au prix du liquide contenu pourra conquérir une nouvelle couche de clientèle de plus en plus étendue, soit pour l'exportation, soit pour la circulation intérieure.

Comme il y a, selon nous, un intérêt vraiment national en France à ce que la bouteille soit produite à très bon marché, nous croyons utile d'insister encore sur ce fait économique. Deux exemples sont fournis, l'un par les eaux minérales, l'autre par les eaux-de-vie de Cognac :

La verrerie de Saint-Galmier, qui peut produire actuellement 12 millions de cols, a été créée avec les derniers perfectionnements que comporte la verrerie moderne, en vue de l'exploitation de la source Badoit; elle atteignit dès l'origine le prix de revient maximum de 7 à 8 francs pour cent bouteilles, ce qui portait à 0 fr. 11 à 0 fr. 12 le prix de revient de la bouteille pleine d'une eau minérale d'excellente qualité. Dès que, par le fait de cette baisse, le commerce de détail put livrer l'eau de Saint-Galmier à 0 fr. 20, la consommation intérieure s'accrut avec une extrême rapidité, et un mouvement d'exportation se créa, lequel atteint aujourd'hui plusieurs millions de francs pour l'ensemble des eaux minérales françaises.

Dans la région des Charentes, le commerce des cognacs d'exportation, — nous ne parlons ici que des eaux-de-vie très communes, — a pris depuis quelques années une très grande importance. Pour arriver à soutenir la lutte contre l'Étranger, il faut arriver à produire, au prix de 5 francs, la caisse de 12 bouteilles pleines de cognac; en retranchant 1 à 2 francs pour la caisse et les paillons, il reste environ 0 fr. 40 pour la bouteille et le liquide qu'elle contient. Il est clair que, dans ces conditions, une variation de 3 ou 4 centimes sur le prix du verre peut permettre la lutte ou la rendre impossible. Peut-être, au point de vue humanitaire, cette exportation de cognacs inférieurs n'est-elle pas à encourager; mais il s'agit ici d'enlever à l'Allemagne, notamment à Hambourg, un commerce pour lequel cette ville a toujours fait à la France une concurrence sérieuse et parfois déloyale. Une réduction de nos prix offre, dans ce cas, un intérêt évident.

Les maîtres de verrerie de France — disons, à leur décharge, que la plupart sont très éprouvés par la crise actuelle — semblent peu pénétrés de cette vérité économique. Non contents d'être protégés à l'extérieur par un droit de douane de 4 francs par 100 kilogrammes, soit environ de 30 °/₀ *ad valorem*, qui exclut les bouteilles de provenance étrangère, ils cherchent à se défendre de la concurrence intérieure *en limitant la production* par un système d'échelle mobile basé sur la consommation probable en France. Or, rien n'est plus contraire à l'abaissement des prix de revient que cette limitation, qui ne tient aucun compte de l'état intérieur d'une usine, de la conservation de ses fours, de l'activité de son personnel, en un mot de tous les éléments sur lesquels un industriel doit, avant tout, garder une action libre et indépendante; rien, d'autre part, ne semble mieux fait pour exclure la recherche de nouveaux débouchés, soit à l'intérieur, soit à l'exportation, qu'un système qui ne peut établir ses projets de consommation que sur les besoins actuels et suppose implicitement que ces besoins ne s'accroîtront pas. C'est une politique économique hostile au progrès et au développement du commerce; à supposer que les contractants l'appliquent loyalement, cette politique risquerait de devenir plus dangereuse et plus fatale à l'industrie verrière que le protectionnisme exagéré dont tous subissent déjà les conséquences, et qui a grandement nui à notre commerce d'exportation de vins et liqueurs en bouteilles.

Tous ces efforts de protection, intérieure et extérieure, ont d'ailleurs été sans effet, et l'industrie qui nous occupe, loin de continuer sa marche ascendante, ne fait que reculer; le symptôme le plus inquiétant est l'accroissement de l'importation, surtout d'origine allemande. Nul ou à peu près, en 1892, avant le régime actuel, le chiffre des bouteilles qui ont franchi les barrières douanières a atteint 4.000.000 cols en 1893, et 8.608.000 en 1894, et la progression continue! C'est une éloquente leçon, qui montre quel énergique effort tous doivent tenter pour sortir de l'ornière actuelle.

Les procédés de fabrication des bouteilles ne diffèrent pas, dans leurs grandes lignes, de ceux de la verrerie soufflée, étudiée précédemment; le lecteur connaît d'ailleurs la composition du verre à bouteilles et les matières premières concourant à sa production; il est inutile d'y revenir. Nous ne nous occuperons ici que des transformations subies depuis 20 ans, cherchant à mettre en lumière l'influence qu'elles ont eue sur l'état actuel.

réussit à attirer une population verrière plus disposée que d'autres à s'expatrier, elle pourrait être un élément de colonisation appréciable.

§ 2. — Fusion du verre. — Fours.

La transformation des procédés de fonte et de chauffage, commencée plus tôt qu'en verrerie à vitres, s'est poursuivie plus lentement, et en donnant lieu, pour quelques verreries, à des écoles onéreuses. Ce fait tient, peut-être, à la difficulté plus grande que présente le problème soit au point de vue du verre, qui est beaucoup moins fusible et plus sujet à se gâter, soit, pour l'aisance et le confort, au travail des verriers, qui vont beaucoup plus souvent à l'ouvreau; mais surtout, cela tient à la moindre compétence des ingénieurs qui en poursuivirent l'étude [1]. La plupart des maîtres de verrerie français ont fait preuve, à cet égard, d'une incurie et d'un esprit de routine impardonnables, dont ils portent aujourd'hui la peine.

Les fours Siemens à bouteilles furent essayés à Dresde vers 1874 dans la verrerie Siemens, où l'on construisit ce premier four géant à 24 ouvreaux dont la production *quotidienne* atteint le chiffre énorme de 40.000 bouteilles. Ces fours furent introduits en France par MM. Richarme, qui se contentèrent de copier exactement les types allemands, mais eurent la louable audace de raser complètement leurs grandes usines à pots pour édifier, à la place, une plus grande usine à cinq fours Siemens. M. Charbonneau, de Reims, suivit cet exemple, avec une audace non moins grande, étant donnée la difficulté toute spéciale de fabrication des bouteilles champenoises, que le moindre

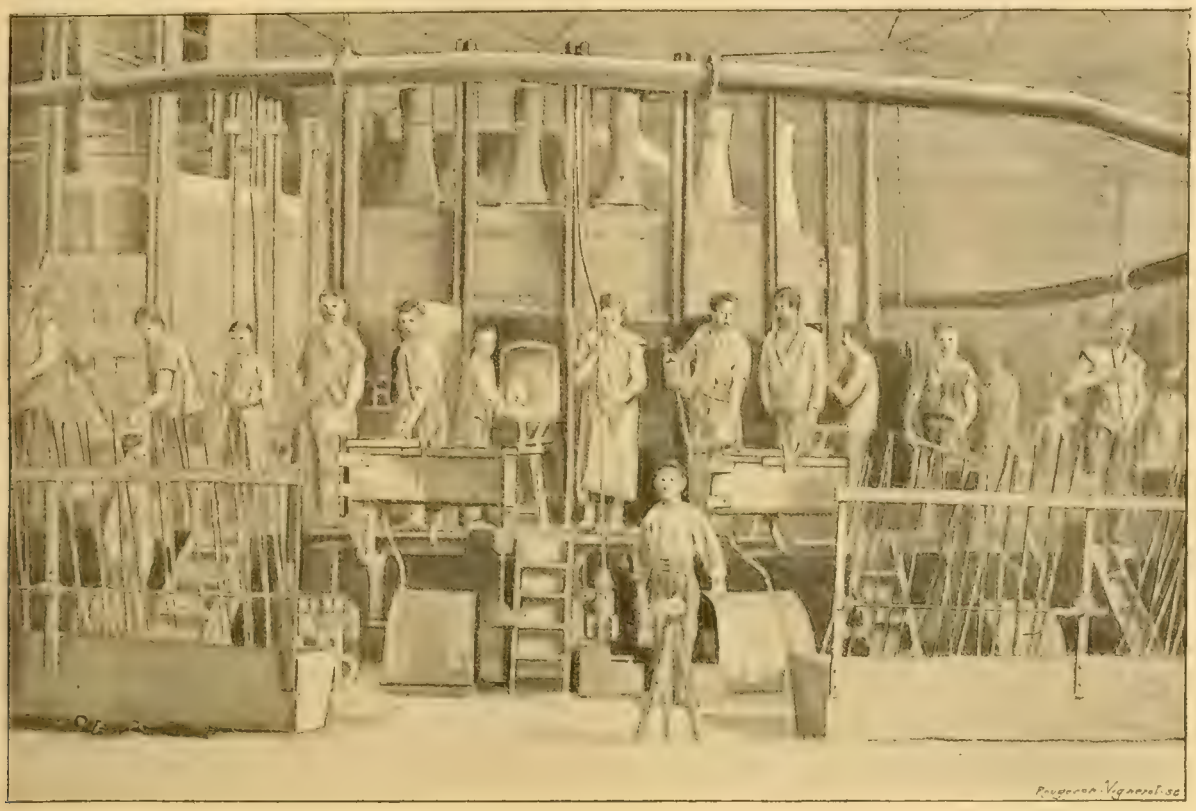


Fig. 17. — *Grand four à bassin système Siemens à douze ouvreaux de la Verrerie de Poilly, de Brigode, à Folembray.* — Cette photographie représente le quart de la plate-forme en hémicycle sur laquelle les ouvriers travaillent, plate-forme située à environ 0m 80 au-dessous du niveau du bassin et 1 mètre au-dessus du niveau de la halle visible au premier plan. Les douze ouvriers visibles sur cette plate-forme constituent 4 équipes; l'emplacement de chaque équipe ou « la place » est indiqué par les baquets en fonte qui contiennent l'eau destinée à rafraîchir la canne après chaque cueillage. — La seconde place à partir de la gauche permet de suivre très exactement le travail de confection d'une bouteille : devant l'ouvreau éclairé par la lumière du four se tient le *gamin*, occupé à faire un cueillage; au milieu et en arrière du baquet, le grand garçon pétrit le verre sur une plaque de fonte pour préparer la paraison; à sa droite, le souffleur tient une canne, verticalement, sur le point de retirer la bouteille finie du moule métallique. Le travail du souffleur se voit mieux encore sur la troisième place; le maître-verrier est en train de faire le moulage dans le moule métallique tournant, en soufflant au moyen du tuyau de caoutchouc qui amène l'air comprimé du gros tube visible en haut de la figure. — Sur la seconde place se voient encore : le banc du verrier sur lequel l'ouvrier s'assoit pour faire la bague, la fourche servant à dégager le verre de la canne, les moules ouverts en terre réfractaire placés à l'aplomb du maître-verrier, et destinés aux premiers moulages. — Au niveau inférieur, au premier plan se voient les râteliers de cannes; un enfant (porteur) se dispose à porter au four à recuire la bouteille finie qu'il vient de recevoir du maître-verrier.

[1] Il convient ici cependant de rendre hommage à la compétence de M. Pouff, qui construisit d'excellents fours, et contribua grandement à résoudre le problème d'une façon définitive. D'abord en opposition avec la maison Siemens, il devint ensuite le représentant en France de ses brevets, peu de temps avant sa mort prématurée.

défaut de verre fait rebuter. L'un et l'autre rencontrèrent des difficultés de toute nature et faillirent s'y ruiner; ils ont cependant su en triompher et possèdent deux des plus belles verreries de France. On ne peut qu'applaudir à un succès si bien mérité.

Actuellement, toutes les grandes verreries ne possèdent plus que des fours Siemens de dimensions variées; une seule, celle de Fourmies, emploie les fours à pots; elle en est encore à sa période d'essais et semble y mettre une circonspection exagérée; elle n'a pu lutter jusqu'ici contre

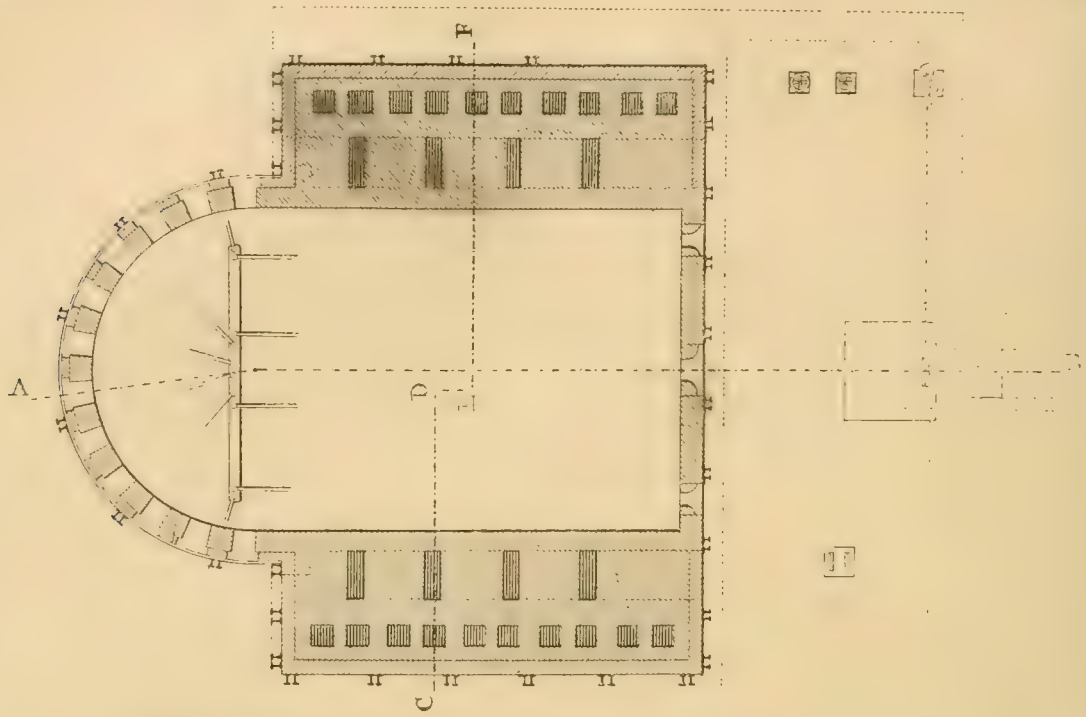


Fig. 18. — *Plan d'un four Siemens à bouteilles de douze ouvreaux.* — Le plan montre dans les massifs latéraux de maçonnerie les carneaux amenant l'air et le gaz des chambres ou y conduisant les fumées.

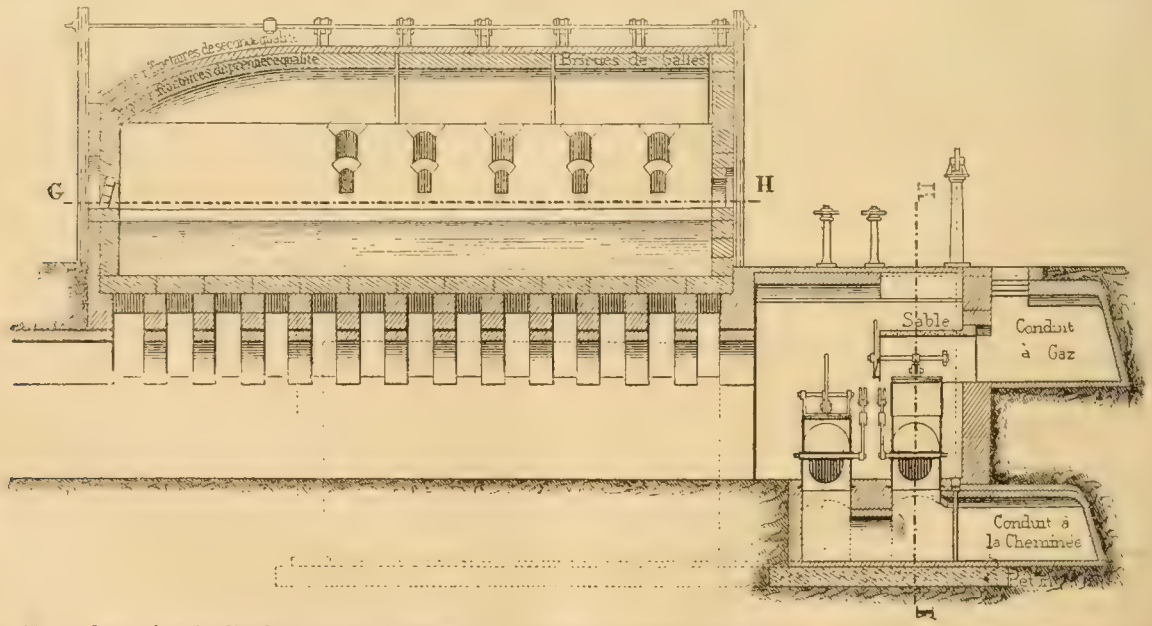


Fig. 19. — *Coupe longitudinale d'un four Siemens.* — Le bassin, de 0m80 de profondeur, est supporté par de petites routes au-dessus d'une galerie d'aerage. Les chambres de récupération sont de part et d'autre de cette galerie. — Cette coupe montre les fenêtres (lunettes) par où arrivent le gaz et l'air destinés à la combustion; vis-à-vis, les mêmes fenêtres servent à l'évacuation des fumées; l'inversion se fait par les valves figurées à droite.

la concurrence de ses émules que grâce à une main-d'œuvre exceptionnelle qui compense l'avantage des fours.

Les fours à gaz à bassin les plus répandus pour le verre à bouteilles sont ceux de la Maison Siemens. Cette Société, possédant à Dresde la plus grande verrerie du monde, a pu étudier ses modèles expérimentalement et est peu à peu arrivée à des modèles excellents.

Nous donnons (fig. 17, 18, 19) le dessin d'un four Siemens à douze ouvreaux, produisant 20.000 bouteilles par jour avec une consommation de combustible de 700 à 800 grammes par kilogramme de verre fondu.

§ 3. — **Travail du verre, emploi des moules métalliques fermés. — Salaires.**

1. *Moules métalliques.* — Le principal progrès réalisé dans la confection des bouteilles résulte de l'emploi des moules métalliques fermés (fig. 20).

Cette transformation est la même que celle que nous avons vue en cristallerie pour la fabrication des verres à calotte : elle substitue au travail par modelage sans moule, partie la plus délicate de l'art du verrier, un façonnage dans un moule complètement fermé, qui donne à la bouteille sa forme extérieure, quelle que soit l'habileté de l'ouvrier, ne laissant plus à son art que le rôle, d'ailleurs très difficile encore, de bien répartir le verre suivant une épaisseur parfaitement égale.

Les moules métalliques fermés furent essayés entre 1870 et 1880 et furent, pendant cette période, l'unique préoccupation des maîtres de verrerie : ils furent l'objet de luttes de brevets aussi âpres que stériles, entraînant des procès sans fin, où le rôle de la Justice était vraiment bien difficile en présence de tant d'inventeurs qui n'avaient puisé que dans le domaine public ; les plus habiles qui se sont poussés ont eu le dessus. — Il serait bien à souhaiter que de telles luttes ne se reproduisissent plus, au jour, prochain peut-être, où le moule, permettant la fabrication entièrement mécanique des bouteilles, entrera en application.

L'idée des moules métalliques fermés n'était pas nouvelle et, de tout temps, la flaconnerie s'en est servie, notamment pour les fioles non symétriques ; mais ces moules présentent deux inconvénients : celui de laisser paraître la couture du moule, si parfaitement ajusté qu'il soit, et celui de donner à la bouteille un aspect martelé diminuant l'éclat et la transparence du verre. D'ailleurs, en raison des propriétés du verre au contact du fer, les moules métalliques exposent à avoir fréquemment des félures dites glaçures ou amènent la rupture de la bouteille, et cela d'autant plus que le verre en est moins fusible et moins plastique que le verre de gobeleterie.

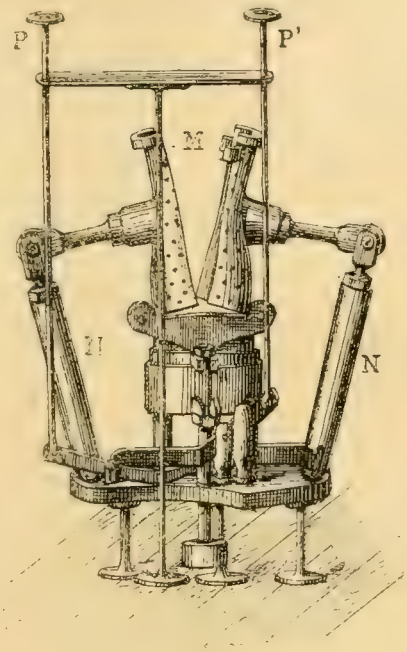


Fig. 20 — *Moule à bouteilles* (*Système Tronchet*). — L'ouvrier place sa paraison en M entre les deux moitiés du moule ; puis il appuie sur la pédale P ; le mouvement se transmet par un système de leviers aux contrepoids N N qui se relèvent et contraignent les deux moitiés du moule à s'appliquer l'une contre l'autre en donnant à la masse de verre la forme qu'elle doit avoir. En même temps, on appuie sur la pédale P' qui, au moyen d'un levier, soulève une tige qui vient appuyer contre le fond de la bouteille et lui donner la piqûre. L'opération terminée, on lâche les pédales, les contrepoids retombent, le moule s'ouvre et on retire la bouteille.

Pour éviter le martelage et la couture, il suffit que la paraison ne soit pas immobilisée dans le moule, soit qu'on la fasse tourner autour de l'axe de la canne, soit que, tenant la canne immobile, on fasse, à l'aide d'un mécanisme, tourner le moule autour de la paraison. — De là les deux systèmes de moules qui se partagent la verrerie : moules *tournants* (Anpecle, Chartier) et moules *fixes*. Aucun de ces systèmes ne remédiait au défaut de la glaçure, qui longtemps arrêta complètement l'essor des moules fermés, jusqu'au jour où l'on eut l'idée d'introduire dans le moule, en même temps que la paraison, une paille ou un copeau : cette matière organique, se consumant immédiatement, dépose à la surface du métal une mince couche de noir de fumée qui suffit à empêcher la glaçure. Cette idée, la seule qui n'ait pas été brevetée, a seule permis l'usage des moules métalliques.

2. *Modifications apportées au travail des verriers par les récents progrès de la verrerie à bouteilles.* — La transformation que nous venons d'étudier, progrès évident et très sensible en verrerie, a eu les conséquences les plus graves au point de vue de la main-d'œuvre verrière, et a constitué une source de perturbation, peut-être la cause principale de l'état actuel et des grèves de ces dernières années. Le double progrès des fours et des moules, modifiant complètement les conditions du travail, aurait dû être suivi d'une revision sage et loyale des tarifs des verriers ; c'est cependant ce qui

n'a été fait presque nulle part. Les tarifs actuels sont généralement mauvais, mal compris, mal étudiés, parfois appliqués sans droiture : ils sont une cause de mécontentement permanent, sur laquelle les événements récents nous conduisent à insister.

Dans le travail actuel, tous les ouvriers ont l'avantage de travailler avec des cannes plus courtes et plus légères que celles qui étaient nécessaires pour atteindre le fond des pots ; c'est une grande réduction de fatigue.

Le *gamin* a l'avantage de travailler à niveau constant, *à pot plein*, mais, en raison de cette facilité, on lui demande de faire un cueillage de plus, celui que faisait jadis le grand garçon ; il doit cueillir à l'avance, selon l'expression consacrée, et a un travail précipité, plus fatigant pour les vieux ouvriers que le travail en pots : tout en faveur des enfants, lesquels font très vite leur apprentissage, cette modification n'a pu manquer de décourager les *anciens gamins*, lesquels se sont vu imposer un travail plus pénible, où leurs anciennes aptitudes étaient sans usage.

Le *grand garçon* est le plus avantagé par la méthode actuelle, puisque le gamin fait une partie de sa besogne ; mais, empiétant lui-même sur le travail du *souffleur* et faisant à demi la bouteille, il se sent presque l'égal de son maître-verrier, et se plaint de ne gagner que les 2/3 de son salaire : c'est aussi un mécontent, et le plus intraitable ; car les tarifs actuels rendent le recrutement difficile.

Le *souffleur* a un travail bien simplifié à tous égards : il n'a plus le façonnage des épaules et celui du fond, si difficiles l'un et l'autre, ni en général la pose du filet de verre autour du goulot, remplacé souvent par la *bague refoulée*. Mais le soufflage en moule fermé est plus dur pour ses poumons. D'autre part, avec les difficultés de son art, il a vu disparaître les prérogatives qu'elles lui conféraient, et surtout cette autorité indiscutée sur les ouvriers de la *place*, autorité si nécessaire au bon travail ; il est souvent mal secondé par des aides trop jeunes et novices, et ne trouve plus dans son métier l'intérêt passionné des ouvriers d'antan. Bien qu'assez payé, trop peut-être par rapport au grand garçon, il n'est pas moins mécontent que les autres.

Tels sont les effets des progrès récents sur l'état d'esprit de la corporation verrière. Est-il besoin d'ajouter qu'il serait urgent d'y porter remède ?

3. *Salaires des verriers à bouteilles.* — Les *souffleurs*, *grands garçons* et *gamins* sont tous payés à la tâche suivant des tarifs, lesquels varient d'une usine à l'autre, souvent d'une année à l'autre, mais qui sont inscrits sur le contrat d'engagement qu'ils signent chaque année au début de la campagne.

Pour une fabrication courante de bouteilles de 22 à 25 onces (700 à 800 grammes) un salaire fréquemment en usage est 1 fr. 60 pour le souffleur, 1 fr. 10 pour le grand garçon, 0 fr. 70 ou 0 fr. 80 pour le gamin, ce qui, pour une production de 600 bouteilles, à raison de 75 bouteilles à l'heure pendant huit heures, représente : pour le premier, 9 fr. 60 ; pour le second, 6 fr. 60 ; pour le troisième, 4 fr. 20 ou 4 fr. 80. Ce tarif est de tout choix, c'est-à-dire à la pièce, sans choix.

Dans le cas de bouteilles très soignées comme les champenoises, le tarif est au choix, avec de très grands écarts de prix entre les différentes catégories : le souffleur est payé 3 francs et même 4 francs pour cent bouteilles 1er choix, tandis qu'il n'a que 1 fr. 26 pour le 3e choix ; le grand garçon est payé de 1 fr. 80 à 2 francs °/₀ premier choix, le gamin 1 fr. 20. Le premier peut en dix heures se faire un salaire de 14 à 16 francs, assurant à ses aides 9 et 6 francs.

Tous ces tarifs ont le défaut de ne pas assez avantager le *grand garçon*, dont le rôle a pris une grande importance ; quant au *gamin*, son salaire est relativement faible, mais, si l'on tient compte des facilités d'apprentissage que donnent les fours à gaz à tous les degrés et du fait que, d'ici à peu d'années, tous les gamins seront soit des enfants de 14 à 17 ans, soit des ouvriers maladroits, on admettra que le taux de 4 fr. 50 à 6 francs est bien tout ce que vaut leur travail.

Le système du tarif de tout choix est également défectueux, car il pousse les ouvriers à une fabrication mauvaise, mal soignée. Dans beaucoup de verreries du Nord elle devint tellement mauvaise que les patrons durent recourir à la casse, c'est-à-dire au décomptage des bouteilles défectueuses ; mais, comme ces rebuts ont encore une valeur marchande, très dépréciée il est vrai, comme ils supportent, en dehors de la main-d'œuvre, tous les autres frais de fabrication, on continua de les vendre : de là ces *cassées non cassées*, suivant le langage des verriers, dont il est souvent question dans les grèves, et dont le public, ainsi que les verriers, ne peuvent admettre la légitimité.

La paye des verriers est, dans beaucoup d'usines, complétée par des primes diverses (de choix, de quantité, d'assiduité). Destinés à stimuler la bonne volonté des ouvriers, ces suppléments supposent que cette bonne volonté peut s'exercer librement et qu'un verrier a le désir de faire mieux que ses collègues ; ils sont devenus tout à fait inutiles dans l'état d'hostilité actuel. La plupart des ouvriers syndiqués n'ont plus aujourd'hui qu'une préoccupation : celle de faire au patron le

plus de tort possible, et l'appât des primes les plus séduisantes ne peut rien contre cet esprit. Nous pensons qu'elles doivent être supprimées, sauf à compenser cette réduction par une modification de tarifs ; nous croyons, du moins, que la base de répartition doit être changée : l'étude du prix de revient nous indiquera cette base.

§ 4. — Ateliers secondaires des verreries à bouteilles.

Les ateliers secondaires sont : la salle de composition, la forge, les gazogènes et le four (fonte du verre), les carcaises, les magasins.

La *forge* a une grande importance : elle est chargée de la réparation des cannes et autres outils, qui ne peut se faire que sur place et demande un soin minutieux. L'usage des moules métalliques rend maintenant nécessaire l'adjonction d'un atelier d'ajustage, confié à un chef ajusteur très intelligent qui puisse en imposer aux verriers, non seulement par son habileté professionnelle, mais par sa connaissance approfondie du travail du verre.

Les *carcaises à bouteilles*, ou fours à recuire, sont généralement sur le type four à boulanger : seules les verreries du Centre et du Nord ont adopté le four continu. Il ne faut pas en déduire que notre industrie est à cet égard arriérée : la cuisson des bouteilles demande, en effet, des précautions toutes spéciales, par suite de l'inégalité d'épaisseur du verre ; une enceinte fermée assure seule l'égale répartition de température nécessaire, et même, pour les bouteilles champenoises, doit-on recourir au chauffage au bois, seul usité dans cette spécialité.

Les *magasins* demandent un personnel nombreux, chaque bouteille devant être examinée, classée et souvent mesurée. — Le jaugeage est nécessaire pour certaines fabrications d'exportation, lorsque les droits de douane sont perçus avec une grande rigueur, en Angleterre par exemple. Il ne grève le prix de revient que d'une façon insignifiante (un ouvrier et son aide peuvent mesurer cinq mille bouteilles par jour), mais n'est cependant appliqué que dans un petit nombre de verreries ; il est cependant très utile au commerce, surtout pour les liqueurs de prix, les écarts de contenance pouvant atteindre facilement 7 centilitres, soit 8 à 9 °/₀ de la contenance totale ; on ne peut que souhaiter qu'il se généralise et que le commerce prenne l'habitude de contenances régulières et connues, au lieu de rechercher souvent son bénéfice dans l'emploi des formes trompeuses des bouteilles dites de « petite contenance ».

On désigne sous le nom d'*ouvriers similaires*, — l'expression date, d'ailleurs, de la dernière grève — tous les hommes employés dans les ateliers annexes, tous ceux, en un mot, dont le travail est lié à la fabrication des bouteilles, et que, par conséquent, une grève de verriers laisse, contre leur gré, sans ouvrage. Leur nombre, en y comprenant les enfants ou porteurs, varie entre le tiers et la moitié des ouvriers de place ; leur salaire est beaucoup moins élevé, variant de 3 à 5 francs, et se règle à la journée, ce qui est assez naturel, puisqu'ils n'ont aucune action sur la production. Ce sont des ouvriers très rangés et réguliers, ayant conscience de leurs responsabilités et comprenant l'intérêt de leurs patrons ; ils sont, en général, en relations peu amicales avec les verriers, et la grève de Carmaux est la première où verriers et ouvriers similaires ont fait franchement cause commune.

§ 5. — Prix de revient des bouteilles. — Influence de la main-d'œuvre.

Il résulte de l'étude précédente des salaires et de la fabrication qu'il y a, dans le prix de revient des bouteilles, deux éléments de calcul bien distincts : d'un côté les frais *rigoureusement proportionnels à la production*, — main-d'œuvre spéciale des verriers et coût des matières premières ; — de l'autre, tous les frais généraux, ou de fabrication, qui ne dépendent pas du chiffre de bouteilles, et restent les mêmes, quelle que soit la production quotidienne.

Il en résulte que, dans la valeur d'une bouteille finie, une partie (environ le tiers du coût total) est immédiatement calculable ; l'autre est un quotient, par exemple le quotient du prix de revient de l'« ouvreau-vingt-quatre-heures » par le chiffre moyen de fabrication en vingt-quatre heures des ouvriers qui y travaillent, et ne peut être établi que sur des moyennes.

Les conséquences de cette remarque sont multiples :

La première, c'est qu'il est impossible à un maître de verrerie, *s'il n'est absolument sûr de ses ouvriers*, de faire à l'avance un prix de revient, *même à un franc près* ; ce n'est, le plus souvent, qu'en fin de campagne qu'il connaît les résultats de son exercice et peut établir rigoureusement les prix de revient de ses différentes fabrications. Un régime économique de cette sorte est possible, quand les prix de vente laissent une certaine marge au bénéfice, mais très dangereux quand la concurrence resserre les prix. Quand surtout il s'agit de créer, par de nouvelles concessions, de nouveaux débouchés à l'exportation, il peut conduire rapidement à la ruine.

La seconde remarque est relative à l'influence de la main-d'œuvre sur le prix de revient :

Le prix de revient est essentiellement variable dans une même usine, d'un ouvrier à l'autre, en raison de la quantité et la qualité des bouteilles fabriquées. Les maîtres de verrerie ont conscience de ces différences, si l'on en juge par les efforts qu'ils font et les moyens peu délicats dont ils ont souvent fait usage pour se prendre les uns aux autres les bons ouvriers : peut-être n'en apprécient-ils pas encore toute l'importance. Dans le cas de fabrications soignées (*champenoises*), les différences peuvent atteindre 20 à 30 francs par journée d'ouvrier, soit 40 à 60 francs par « ouvreau-vingt-quatre-heures », ce qui revient à dire que, si la fabrication d'un bon ouvrier constitue pour le patron un bénéfice de 10 francs par jour, celle de l'ouvrier voisin pourra, toutes choses égales, constituer une perte de 20 francs. — Dans une fabrication ordinaire, la différence peut atteindre 6 et 7 francs, ce qui fait bien 1 franc et plus pour chaque centaine de bouteilles. Et ce qui influe le plus sur ces écarts, n'est pas l'habileté de l'ouvrier, mais son assiduité, le soin qu'il devrait prendre — et qu'il ne prend pas de nos jours — de la production moyenne de l'ouvreau dont il est le titulaire. Les salaires actuels ne font en rien intervenir cette notion de moyenne des ouvreaux, la seule cependant qui intéresse les prix de revient.

La dernière et plus grave conséquence du système de salaires actuel, est qu'il constitue, entre les mains d'ouvriers hostiles au patron, l'arme la plus puissante pour la guerre au capital. Rien n'est plus facile et à l'abri de toute répression pour un ouvrier, que de limiter sa production, et, si cela ne suffit pas, d'abaisser la moyenne de son ouvreau par une absence ou un arrêt de travail choisis un jour où le chef de fabrication n'a plus pour le remplacer d'ouvrier supplémentaire ; cela suffit à élever le prix de revient et cause au patron une perte quintuple de celle que l'ouvrier s'impose à lui-même. La plupart des syndicats verriers, sous l'impulsion de l'*Union fédérale des travailleurs du verre* ont inscrit dans leurs statuts la limitation de la production : au delà d'un certain chiffre de bouteilles, la totalité du salaire due à l'excédent doit être versé intégralement à la caisse du syndicat. Les instigateurs de cette mesure allèguent que, la France étant atteinte de surproduction, le plus sûr moyen d'y porter remède, sans attendre l'initiative trop lente des patrons, est de restreindre la production individuelle ; nous voulons bien admettre la sincérité de ce mobile et ne pas y voir une attaque contre le capital, simple épisode de la guerre déclarée entre les deux facteurs de la production ; dans ce cas, il était utile de montrer que cette mesure, qui est une atteinte évidente à la liberté du travail, est aussi œuvre anti-économique, même anti-patriotique, arrêtant complètement l'essor de notre verrerie nationale.

Le remède à ce déplorable état de choses nous paraît simple : il suffit de faire intervenir dans le règlement des salaires la notion de *moyenne de l'ouvreau*, dont chaque ouvrier est responsable. Au tarif proportionnel à la production individuelle et qui pourrait, à la rigueur, être le tarif actuel, mais devrait plutôt être un tarif revisé remédiant à tous les défauts que nous avons signalés, il suffirait d'adjoindre un salaire de bonification, basé sur la moyenne, salaire qui pourrait être assez rapidement progressif et qui commencerait à être applicable au chiffre de production pour lequel le patron est en bénéfices. Le tarif proportionnel devrait assurer à l'ouvrier un salaire large, suffisant à tous ses besoins ; mais la bonification devrait être assez élevée pour atteindre une valeur qui lui soit comparable, de façon à devenir un puissant stimulant et à établir une solidarité étroite entre les intérêts du patron et ceux de l'ouvrier.

Nous ne pouvons indiquer ici ni chiffres de salaires, ni taux de bonification, nécessairement discutables, d'autant que, comme les tarifs actuels, ils seraient variables d'une usine à l'autre, d'une fabrication à l'autre. Sans doute, pour la mise en œuvre du système, une entente entre les patrons, et mieux entre patrons et ouvriers, serait fort utile, si elle est possible ; peut-être même y aurait-il intérêt à uniformiser un tarif proportionnel bien étudié. Mais le salaire de bonification, tel que nous le comprenons, dépendrait et du prix de revient de l' « ouvreau-vingt-quatre heures » et des prix de vente des bouteilles, et les maîtres de verrerie devraient garder toute liberté dans son application. Il n'est que justice que ceux à qui un outillage perfectionné et une bonne réputation commerciale permettent de donner un salaire de bonification très avantageux, en recueillent tout le bénéfice en attirant à eux l'élite des verriers. Avec le double appoint de l'outillage et de la main-d'œuvre, ils auraient vraiment tous les éléments de progrès nécessaires, entraînant un abaissement régulier et continu des prix de revient, et, comme ils ne craindraient pas de s'engager en de nouvelles affaires actuellement impossibles, constamment avertis de l'état d'une fabrication par le jeu des salaires, il pourrait en résulter une grande prospérité.

Un autre remède au régime actuel serait le travail à l'entreprise. Beaucoup plus radical que la réforme précédente, ce système est cependant appliqué avec grand succès au Tyrol, pour le plus grand bien des verriers comme du maître de verrerie. Ce dernier vend sa potée de verre au maître souffleur plus offrant et lui rachète les objets fabriqués à un prix un peu inférieur aux prix de vente, laissant

aux verriers toute la responsabilité de la fabrication. Nous ne pensons pas que l'ouvrier français ait assez l'esprit d'entreprise pour accepter un tel régime, qui peut, d'ailleurs, conduire à l'exploitation de l'ouvrier par un patron peu soucieux de maintenir les prix ; mais, s'il fonctionne bien en Tyrol, comment notre système de tarif à la *moyenne*, qui, sans rien changer aux mœurs actuelles, donne à la fois plus de responsabilité, par suite d'initiative à l'ouvrier, et plus de garanties au patron, ne serait-il pas applicable chez nous?

§ 6. — Rapport entre le travail et le capital. Organisation syndicale ouvrière et patronale.

Depuis six années, la guerre la plus acharnée règne entre verriers et maîtres de verrerie. On peut compter depuis 1889 plus de quinze grèves de verreries à bouteilles : l'une d'elles, celle de Cognac, a entraîné la fermeture définitive de l'usine, par suite de la mise à l'index par le Comité de Lyon — l'avant-dernière, celle de Rive-de-Gier, a duré 308 jours : ajoutons que la verrerie à bouteilles est la seule industrie française où la grève générale ait été tentée avec un commencement de succès : en 1891 elle dura deux jours dans toute la France.

Ce fait seul indique d'où vient en grande partie le mal, et, après avoir consciencieusement indiqué les causes de mécontentement de la classe verrière, il n'est que juste de reconnaître que la situation actuelle est par-dessus tout l'œuvre de quelques politiciens ennemis de l'ordre social, qui ont vu dans la Verrerie une industrie favorable à l'application de leurs théories ou à la mise en œuvre de leurs haines : il suffit, pour s'en convaincre, d'ouvrir au hasard un numéro du *Réveil des Verriers*, organe du Comité Central de Lyon, auquel tous les verriers syndiqués s'abonnent et confient leurs intérêts.

Peu d'industries, en effet, offrent un terrain plus favorable au développement des idées révolutionnaires. Les questions ouvrières se posent en verrerie avec une acuité toute spéciale. D'autre part, le mécontentement général a souvent été aggravé par des mesures maladroites prises par les maîtres de verrerie, telles que réduction trop brusque des salaires, garniture exagérée, bouteilles cassées qu'on ne casse pas, etc., qui donnent large prise aux meneurs.

Enfin, le nombre des ouvriers est très réduit, environ 5.000, appartenant à un petit nombre de familles et se connaissant tous par suite de leurs habitudes nomades. Les verriers ont, d'ailleurs, l'esprit de camaraderie très développé, subissent beaucoup l'influence des plus habiles d'entre eux, et n'ont pour se défendre contre les entraînements du dehors ni l'instruction, que leur métier rend difficile, ni l'habitude de l'épargne. Il a donc suffi aux organisateurs de gagner quelques bons ouvriers des grandes verreries pour que les autres vinssent à la suite, et pour créer une Union fédérale dont la puissance est indiscutable et dont la discipline a été jusqu'ici assez forte.

Pour répondre à cette organisation, les maîtres de verreries se sont eux-mêmes syndiqués et font preuve d'une solidarité assez remarquable. Il est permis de regretter que cette entente entre des industriels qui ont tant d'intérêts communs n'ait pu se faire que pour l'organisation de la défense et soit le résultat de la grève générale de 1891 ; en tout cas elle subsiste et pourrait, sous une bonne impulsion, donner d'excellents résultats.

Aujourd'hui les deux syndicats sont constitués, on pourrait dire les armées organisées, car, de part et d'autre, on ne songe qu'à la lutte. Le plus souvent les ouvriers ont commencé l'attaque; la grève de Carmaux donne cependant l'exemple d'une revanche du Capital contre le Travail.

Il n'est pas besoin de dire qu'un tel état de choses est désastreux pour tous et menace sérieusement l'Industrie française. Mais ce qui est plus triste encore, c'est que les haines sont trop vives du côté ouvrier, les rancunes trop récentes et souvent trop légitimes du côté patron pour que les mesures les plus intelligentes ou les concessions les plus généreuses puissent amener immédiatement un apaisement durable. Personne aujourd'hui n'est disposé à faire le premier pas : le temps seul amènera un peu de détente, Souhaitons que l'apaisement ne se fasse pas trop attendre, que l'honnêteté, le bon sens, le bon vouloir des uns et des autres trouvent un terrain d'accord, qu'en un mot, patrons et ouvriers, — fussent-ils syndiqués les uns et les autres, — cessent de se regarder comme des ennemis.

§ 7. — Du rôle du syndicat des maîtres de verrerie.

Mais il n'est pas besoin d'attendre cet apaisement pour mettre à l'étude les questions intéressant l'essor de la verrerie et dont la solution, mieux que tout autre remède, contribuerait à rétablir la paix : il serait même d'une sage politique de profiter de l'entente actuelle, si difficile à maintenir entre industriels concurrents, pour élaborer un programme de progrès destinés à relever l'industrie et qui soit mieux compris que le système de limitation de production actuellement à l'étude.

L'industrie verrière est en lutte incessante avec deux difficultés principales : la main-d'œuvre et l'irrégularité de la consommation, qui pèsent tour à tour sur elle et souvent superposent ses effets. Vienne une mauvaise récolte de vins, un été pluvieux ralentissant la demande d'eaux minérales,

la consommation peut diminuer de 10 à 20 millions : il y a aussitôt une surproduction d'autant plus intense que les verriers, menacés de chômage, activent leur fabrication : une baisse de prix s'ensuit fatalement. Vienne, au contraire, une année prospère, la demande devient pressante, les fours précédemment éteints se rallument; mais les verriers, se sentant indispensables, sollicités de toute part, ralentissent leur fabrication et font si bien qu'ils compensent par les augmentations du prix de revient le bénéfice bien naturel auquel le patron pouvait compter. De sorte que les verreries passent d'un mauvais prix de vente avec bon prix de revient à un bon prix de vente avec mauvais prix de revient, sans jamais tirer d'une fabrication, même la plus perfectionnée, ce qu'elle devrait attendre.

Nous n'avons pas à revenir ici sur les moyens de tenir la main-d'œuvre, si ce n'est pour répéter que la réforme des salaires devrait être entreprise le plus tôt possible. Quant à l'irrégularité de consommation, nous pensons qu'elle n'est pas sans remède et qu'il serait possible de constituer un véritable volant de fabrication en demandant chaque année à l'exportation le complément de commande que la consommation intérieure ne peut donner [1]. Les pays voisins de la France, Espagne, Italie et surtout Angleterre, offrent à cet égard des ressources inépuisables : la maison Guiness de Dublin consomme annuellement plus de 15 millions de bouteilles à stout en verre noir; Bass and C° pour les champenoises, Cross et Blackwell pour le verre clair et la flaconnerie sont prêts à accepter toutes les bouteilles qu'on viendrait leur offrir à un prix suffisamment avantageux. Ces prix, il est vrai, paraîtront à beaucoup de maîtres de verrerie tout à fait dérisoires : 5 fr. et 6 fr. à l'usine sont des maxima. Mais le but de cette exportation est non d'alimenter une industrie, mais seulement d'en régulariser la marche et de dégager le marché intérieur : ainsi limitée, elle pourrait être subventionnée par la caisse syndicale à laquelle chaque maître de verrerie paierait une subvention basée sur le nombre de ses ouvreaux en travail, et non sur le chiffre de production dont il ne doit compte à personne : elle devrait être organisée par l'association des maîtres de verrerie, de façon à constituer moins un syndicat d'exportation qu'une caisse d'assurance contre le chômage.

§ 8. — Conclusion.

Le système commercial que nous préconisons, pas plus que notre projet de salaires, n'a la prétention d'être à l'abri de la critique. L'un et l'autre, en tout cas, devraient, avant de passer en application, être étudiés de la façon la plus approfondie, par des hommes de métier très désintéressés, et, disons plus, animés d'un grand patriotisme.

Ce que nous voudrions seulement prouver et espérons avoir mis en lumière, c'est que la France possède tous les éléments capables d'assurer à l'industrie de la bouteille la prospérité la plus complète : un bon outillage, un personnel de verriers très agile, ayant des aptitudes spéciales pour cette fabrication, un commerce intérieur considérable, qui lui confère une grande supériorité sur les nations voisines; qu'en un mot, en déployant un peu d'activité, la France devrait être à la bouteille ce que la Belgique est au verre à vitres.

Ce qui, d'autre part, nous paraît indiscutable, c'est que la bonne tenue de la main-d'œuvre et la régularité de la production sont seules capables de mettre ces éléments de prospérité en valeur.

Nous avons simplement cherché quelques moyens d'atteindre ce but; et nous pensons que, si ces moyens ou d'autres jugés meilleurs réalisaient ce desideratum, la verrerie française pourrait reprendre un puissant essor et devenir la maîtresse du marché. Ce serait, au moins, une industrie où la France serait sans rivale.

IX. — Rôle de la science et des arts du dessin dans les industries du verre.

Dans toutes les branches de la verrerie que nous avons passées en revue, la fabrication se divise surtout en deux étapes : la *fonte* et le *travail*. La première est du domaine de l'*ingénieur* pour la conduite et la construction des fours, et du *chimiste* pour la composition du verre : la seconde relève du praticien souffleur de verre et du mécanicien spécialiste, du *verrier* en un mot.

Un maître de verrerie doit donc être à la fois ingénieur et verrier, ou se faire seconder dans l'une et l'autre de ces deux parties.

Dans l'état actuel de l'industrie verrière en France, il est assez rare que cette double gestion soit conduite avec une égale compétence, et nous avons même eu l'occasion de prouver que cela n'est pas indispensable et qu'il peut suffire à un établissement d'exceller soit dans sa fabrication, soit dans ses procédés de fusion pour soutenir la lutte avec succès. Mais cet état de choses ne saurait durer. Déjà la Glacerie ne peut vivre qu'en combinant les appareils mécaniques les plus perfectionnés à l'emploi de fours irréprochables : il en est de même de la Verrerie à vitres en Belgique. La surproduction actuelle de la Gobeleterie et de la Verrerie à bouteilles imposeront, à bref délai, en ces branches, le progrès ou la chute des retarda-

[1] Nous croyons utile de rappeler ici que la bouteille est une marchandise d'exportation d'emballage très facile. L'Angleterre nous a appris à emballer les bouteilles dans des sacs en grosse toile contenant une grosse, sacs qui supportent sans casse les transbordements et transports maritimes.

taires. La fonte comme le travail doivent donc être strictement surveillés et perfectionnés sans cesse, et ils ne peuvent l'être qu'en faisant appel aux ressources des Sciences chimiques et mécaniques, et de l'Art lui-même.

Et cependant la Science sous ses diverses formes, — Chimie, Mécanique, science de l'Ingénieur, — n'occupe pas en verrerie la place qu'elle devrait y tenir, et ne rend pas les services qu'on pourrait en attendre. En dehors des grands établissements de Saint-Gobain et de Baccarat, qui possèdent des laboratoires complets et ont à leur tête des ingénieurs du plus grand mérite souvent doublés de savants[1], en dehors de trois ou quatre exceptions telles que la verrerie de M. Appert à Clichy, celle de Folembray et quelques autres, les verreries françaises à vitres, à bouteilles, à verre blanc, sont livrées à l'empirisme le plus absolu. Cet empirisme est arrivé, il faut le reconnaître, à un haut degré de perfection, mais ne peut jamais suppléer aux données précises de la science. Ce délaissement tient le plus souvent à l'indifférence des maîtres de verrerie qui, dans leurs usines très disséminées, vivant à l'écart du mouvement scientifique, ne peuvent en apprécier les bienfaits et en tirer parti; certains même ne voient dans la Science qu'un luxe très onéreux et sans profit!

Cette opinion, dont nous voudrions ici démontrer l'absolue fausseté, tient à une confusion entre la science pure et ce que nous appellerons la science industrielle, entre la science de recherche, forcément coûteuse au début, et la science d'application, qui doit être immédiatement rémunératrice et peut l'être beaucoup.

Les travaux scientifiques concernant une substance industrielle, le verre dans le cas actuel, peuvent, en effet, se ranger en trois catégories :

En premier lieu, se placent les recherches de *science pure*, destinées à étudier intrinsèquement la nature de la substance, sans aucune visée d'application immédiate. Citons, dans l'espèce, les travaux de Regnault sur la dilatation du verre, de Stas sur la solubilité des verres, de Benrath sur la nature du verre et sa constitution intime, de Pelouze sur la dévitrification, de M. Henrivaux sur la structure des larmes bataviques, du Pr Schoot sur la dilatation du verre en fonction de sa composition chimique. Des industriels avisés et soucieux de l'avenir peuvent-ils donc se désintéresser de ces beaux travaux qui, finalement, portent toujours leurs fruits?

En second lieu, la science peut se proposer, par des recherches de laboratoire suivies, autant que possible, d'essais industriels en petit, de mettre à l'étude un perfectionnement précis à réaliser. Rappelons les travaux de Berthier et Salvetat sur la fusibilité des silicates en fonction de leur composition chimique, ceux de M. de Luynes sur la résistance au choc des feuilles de verre, ceux de M. Salleron sur la résistance des bouteilles à la pression, travaux d'où sont sorties de bonnes méthodes d'essai des produits fabriqués; rappelons les recherches de M. Appert sur la constitution micrographique des défauts de verre et les indications que le microscope peut donner pour la fabrication, enfin les remarquables études de Carl Zeiss et de la verrerie d'Iéna, qui ont établi une étroite relation entre la composition chimique et l'indice de réfraction, et dont la portée industrielle est considérable.

En présence des résultats obtenus en Allemagne, on peut se demander comment la France, pays verrier par excellence, a à son actif si peu de travaux sur le verre, tandis qu'elle en a produit de si intéressants en métallurgie. Cela tient à ce que les grands établissements capables d'entretenir un laboratoire sont rares, et que, dans les autres, c'est-à-dire dans la presque totalité des verreries, les ingénieurs et chimistes sont trop absorbés par la besogne courante, souvent trop mal outillés pour poursuivre avec fruit des recherches scientifiques. Dans ces conditions très regrettables sans doute, mais communes à beaucoup d'industries, les travaux de recherche ne peuvent guère être entrepris que dans des laboratoires centraux, ceux des Facultés ou d'autres, et subventionnés soit par les industriels intéressés, soit par des sociétés savantes. C'est ce qu'a si bien compris la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* en instituant ces *programmes de recherches avec subvention*, d'où sont déjà sortis les remarquables travaux de Mahler et de Charpy, sans parler des études de céramique et d'alliages métalliques actuellement en cours. Souhaitons que cette grande Société donne le même encouragement à l'industrie verrière en provoquant des études sérieuses sur le verre. Signalons en tout cas aux ingénieurs et chimistes de verrerie deux prix de 2.000 fr. actuellement offerts par la même Société, l'un relatif à l'influence de la composition du verre sur sa fusibilité, ses conditions de travail, sa dureté, son élasticité, etc. ; l'autre concernant les fours à gaz, question si essentielle en verrerie. Il conviendrait, selon nous, d'ajouter à ce programme le *moulage combiné avec soufflage* par un procédé inspiré du brevet Ashley, réalisant la fabrication mécanique des bouteilles et flacons.

Les deux sortes de travaux qui précèdent, assez voisines par leurs méthodes et ne se distinguant vraiment que par l'esprit qui les anime et le but à

[1] Rappelons ici que Pelouze, Gay-Lussac, Fremy, ont été administrateurs de la Compagnie de Saint-Gobain.

atteindre, sont forcément coûteuses ; elles justifieraient, chez les industriels peu soucieux de conduire le progrès, les préventions contre la science, si celle-ci n'avait le rôle, plus modeste, mais plus tangible, en quelque sorte, plus grossièrement appréciable, de contrôler toutes les opérations, celui de préciser les conditions les plus favorables à une bonne fabrication, et de permettre à une usine de s'y maintenir d'une façon régulière : ce rôle, le seul immédiatement nécessaire, est aussi le seul que nous examinerons en détail. Bien qu'ayant, au cours de cette étude, indiqué, pour chaque opération, les services que peuvent rendre la science et la technologie, nous ne craignons pas de revenir sur cette question capitale en précisant les rôles de l'ingénieur et du chimiste et montrant que la science entre leurs mains pourrait, à peu de frais, réaliser des économies considérables.

§ 1. — Rôle de la science dans la composition et la fusion du verre.

1. *Rôle du Chimiste.* — Un chimiste peut et doit arriver à assurer la régularité du verre, de façon qu'aucun des éléments qui le composent ne subisse de variation atteignant 1 °/₀ ; s'il a eu soin de déterminer par une analyse précise le *verre type* se prêtant le mieux au travail, il assurera par là une bonne fabrication, ou, du moins, *fera certainement disparaître tous les défauts du verre inhérents à sa composition chimique.*

Ce contrôle peut se faire par *synthèse* ou par *analyse.* La première méthode, qui consiste à contrôler la composition des matières premières par des prises d'essai, faites à l'avance, de façon à corriger les lits de fusion et à refaire la synthèse du verre type, chaque fois qu'il est nécessaire, convient aux verreries n'employant que des produits purs, et aux usines à pots à verre multiples ; c'est celle qui est usitée à Baccarat, à Saint-Gobain, et, en général, dans toutes les usines possédant un laboratoire.

La seconde méthode, moins usitée, convient surtout dans le cas des fours à bassin, mais alors elle est de beaucoup préférable : elle est également la seule pratique dans les verreries à verre commun, employant un grand nombre de sables de compositions souvent variables. Les variations de composition, dans un bassin, se font avec une extrême lenteur, car la masse énorme de verre fondu sert de volant, et, d'autre part, le groisil (mors de canne), les rebuts de magasin et la casse, en toutes manutentions, atteignant près du tiers de la substance enfournée, viennent encore atténuer la brusquerie des changements. C'est de cet avantage que la méthode d'analyse sait profiter. Les essais de verre sont faits régulièrement, tous les deux jours, par exemple, suivant une méthode assez rapide pour donner, en douze heures, un résultat précis. Dès que la courbe des compositions accuse une variation sensible, ou simplement une tendance caractérisée vers un changement, on doit, sans attendre qu'aucun défaut de verre se manifeste, modifier le lit de fusion par une addition calcaire ou siliceuse ; et l'on arrive ainsi facilement à la fixité de composition, sans variations de plus de 1 °/₀, approximation très suffisante en pratique. Il n'y a plus, dans cette méthode, à s'occuper de la composition des sables, ni à remanier constamment les lits de fusion : un simple essai de verre, qui demande au chimiste deux heures de travail tous les deux jours, suffit à prévoir les accidents et à les éviter [1]. Il est impossible d'évaluer l'économie qui résulte pour une usine de ce contrôle permanent, mais nous pouvons affirmer qu'elle est considérable ; il est, en tout cas, hors de doute, que, même dans une petite usine (à un seul four à bassin), elle paiera facilement le temps d'un chimiste, qui pourra être employé à d'autres travaux, ou d'un simple préparateur qui se formera rapidement à la méthode de dosage.

Le chimiste de verrerie a un second rôle, non moins utile, celui de faire un choix judicieux des matières premières, de façon à obtenir le prix de revient le plus avantageux pour le verre : ce rôle est surtout important dans les verreries à verre commun. Il est rare, en effet, qu'on ne puisse arriver à faire la synthèse d'un verre pour des combinaisons de sables variés. Seule, l'analyse chimique des sables permet d'étudier ces lits de fusion, de modifier ceux en usage, d'essayer de nouveaux sables, sans aucun risque pour la fabrication, d'arriver enfin à l'utilisation la plus avantageuse des ressources locales. Les économies à réaliser de ce chef suffisent souvent, dans les usines qui ne possèdent pas un laboratoire, à payer les frais requis pour l'installer. — Que de verreries ont employé et emploient peut-être encore du sulfate de fer payé fort cher, pour colorer le verre à bouteilles, tandis qu'il suffirait de prendre des sables très communs, ou le mâchefer des fours, pour obtenir la couleur verte qu'elles cherchent ! Que d'autres hésitent à ouvrir une carrière très avantageuse, dans la crainte des accidents que peut donner un nouveau sable ! Un laboratoire même rudimentaire supprimerait ces difficultés.

2. *Rôle de l'Ingénieur dans la conduite des fours.* — La régularité des fours n'est pas moins indispensable

[1] La méthode d'essai la plus simple est un dosage de silice en employant l'attaque au carbonate de chaux de la méthode Deville, avec reprise par l'acide chlorhydrique : elle donne facilement un dosage de silice avec une approximation de 2 à 3 millièmes.

que celle du verre, c'est le second élément de succès permettant de livrer à la fabrication une substance irréprochable.

Il faut ici convenir que les ouvriers et contremaîtres chargés de la fonte arrivent à un tel sentiment de l'art du chauffage, qu'il est souvent superflu d'organiser un contrôle permanent du régime du four. De fait, la plupart des maîtres de verrerie s'en rapportent entièrement à leur chef de fonte. Mais, s'il survient un accident imprévu, résultant d'une obstruction d'un carneau, d'un charbon de mauvaise qualité, de conditions atmosphériques défavorables, le meilleur fondeur peut se trouver désemparé, et, si l'ingénieur ne possède une méthode sûre pour diagnostiquer la cause du mal, il ne saura être d'aucun conseil, et la déroute pourra se prolonger pendant des semaines.

Les points à contrôler dans un four sont les suivants :

1° Allure des gazogènes (qui ne doivent pas brûler pour acide carbonique) et composition du gaz. Un essai à la burette Bunte, qui ne demande qu'un quart d'heure, suffira presque toujours à constater si les gazogènes sont en bonne marche.

2° Température des chambres de récupération, — mesurée soit avec le couple H. Le Chatelier, soit avec le pyromètre optique du même professeur en des points toujours les mêmes et à une même phase de l'inversion.

3° Température du four, mesurée par les mêmes appareils.

4° Admission de l'air et du gaz. Il arrive fréquemment qu'un four se refroidit par suite d'une admission exagérée d'air ; un essai à la burette Bunte en rend compte en dix minutes.

5° Nature des charbons. La houille, s'altérant à l'air, doit être surveillée, et la bombe Mahler est pour cela le meilleur appareil. Il est regrettable que peu d'usines la possèdent, et il nous semble qu'un laboratoire central ou syndical donnant, par retour du courrier, le pouvoir calorifique d'un combustible, rendrait de grands services à l'industrie.

Laissons de côté ce desideratum, et limitons le contrôle de l'ingénieur aux quatre premiers essais qui suffisent en général : avec un outillage très simple, un pyromètre et une burette à gaz, il arrivera presque toujours à trouver la cause des accidents de four et indiquera le remède ; il découvrira, en tout cas, les négligences des fondeurs, s'il y en a, et acquerra, par l'autorité sur son personnel, le plus sûr garant de la bonne fabrication..

§ II. — Rôle de la Science et de l'Art dans le travail du verre.

1. *Rôle des Sciences mécaniques.* — Les Sciences mécaniques ont leur rôle le plus essentiel dans le travail à froid du verre, qu'il s'agisse de machines à tailler les cristaux, ou des polisseuses mécaniques ; la construction de ces tables soulève, comme on sait, des problèmes de mécanique de haute précision — mise en marche rapide de masses énormes — que la science seule peut résoudre. La Compagnie de Saint-Gobain, dans tous ses ateliers de polissage, a compris la nécessité de ce rôle des Sciences ; sachant rémunérer les services en raison des responsabilités et des progrès que chacun réalise, elle a su s'attacher des hommes dont la compétence technique est au-dessus de tout éloge ; chacune de ses usines possède un ou deux ingénieurs, généralement anciens élèves de l'Ecole Centrale, qui exercent sur toutes les machines un contrôle minutieux. Les autres glaceries ont nécessairement suivi cet exemple, en sorte que l'on peut citer la Glacerie comme l'une des industries les mieux dirigées au point de vue technique.

Dans le travail à chaud, par soufflage, les machines commencent également à jouer un rôle important, mais les difficultés qui s'y rencontrent sont inhérentes à la nature du verre, cette substance chaude, fragile et si variable ; elles ne tiennent pas aux mécanismes, qui sont fort simples et ne dépassent pas les problèmes qu'un ajusteur sait résoudre : c'est donc au praticien plutôt qu'à l'ingénieur de conduire le progrès. Mais combien il est regrettable que l'inventeur, le chercheur ne soit pas mieux secondé, outillé ! Nous ne pouvons ici que nous associer à un desideratum déjà souvent signalé dans cette *Revue :* la création, en France, de Laboratoires de Mécanique où ingénieurs et inventeurs puissent, à peu de frais, étudier et réaliser des machines nouvelles ; une telle institution contribuerait à mettre au jour bien des idées qui ne peuvent éclore, faute de ressources ; elle atténuerait peut-être l'âpreté de ces luttes stériles dont les moules à bouteilles nous ont donné un exemple, luttes qu'engagent les inventeurs pour des perfectionnements insignifiants et sans valeur, et que justifient seuls les frais d'études souvent énormes que tous ont dû faire chez les constructeurs, à qui ils sont bien tenus de s'adresser.

2. *Rôle de l'Art industriel, du Métier.* — Le travail du verre par soufflage est un métier très difficile : un verrier n'arrive à être souffleur qu'après avoir franchi successivement tous les grades, depuis celui de porteur jusqu'à celui de grand garçon, et faisant dans chacun un stage d'au moins une année : la durée minima d'apprentissage est donc de trois années, la durée moyenne de cinq à six, et beaucoup s'arrêtent en chemin, obligés de rester toute leur vie grands garçons ou gamins. Il s'ensuit que le recrutement du personnel est difficile, et

qu'il est du plus grand intérêt pour une verrerie de préparer l'avenir en s'occupant sans cesse de l'instruction des apprentis.

Dans les anciens usages des corporations verrières, lesquels se sont conservés longtemps après 89, jusqu'au milieu de ce siècle, l'avancement des ouvriers qui n'étaient pas fils de souffleurs — ces derniers avaient des droits et privilèges spéciaux — se faisait par un véritable concours : chaque aspirant était autorisé à faire une seule bouteille ou paraison au commencement et à la fin du travail; si, en fin de campagne, c'est-à-dire en une année environ, il ne réussissait pas, il devait renoncer à tout jamais à franchir son grade. Cette réglementation étroite, même vexatoire, avait cependant l'avantage de n'amener au rang de souffleurs que des ouvriers vraiment habiles; mais il est à peine besoin de dire qu'elle est aujourd'hui inapplicable : elle constituerait une véritable atteinte à la liberté de l'apprentissage et aux droits patronaux. La Fédération des travailleurs du verre a cependant essayé de remettre en vigueur ces vieux usages, dans le but avéré d'arrêter la concurrence sur la main-d'œuvre, et, en restreignant le nombre des verriers, de tourner à leur profit la loi de l'offre et de la demande : elle n'a pu réussir à établir cette règle, qui serait une entrave à l'essor de la verrerie, et elle fait fausse route en s'y obstinant : elle agirait sagement en rayant cette prétention du programme syndical. Par contre, il serait très utile de maintenir certains anciens usages : le concours à l'apprentissage, le choix rigoureux au moment de l'avancement; il est, en effet, incontestable que la main-d'œuvre s'est beaucoup affaiblie depuis vingt années, en habileté, en activité et résistance au travail, en régularité. Deux causes y ont contribué : l'essor de la verrerie, les grèves; se traduisant, l'une et l'autre, soit d'une façon permanente, soit temporairement, par le même effet, la pénurie de la main-d'œuvre, elles ont conduit les maîtres de verrerie à pousser l'avancement plus vite que de raison et à prendre pour souffleurs des grands garcons à peine formés. Il serait grand temps de réagir, si l'on veut que la verrerie française ne perde pas sa réputation; mais c'est du côté des patrons que doit venir l'initiative de ce progrès. Toute verrerie devrait posséder une sorte d'école d'apprentissage, confiée au chef de fabrication, qui inculquerait aux jeunes ouvriers de bons principes, au lieu de livrer leur éducation au hasard; et le complément nécessaire de cette institution serait une entente entre les maîtres de verrerie s'interdisant de se prendre les uns aux autres les jeunes ouvriers, de les débaucher avant qu'ils aient payé leurs frais d'apprentissage par une année au moins de bon travail.

L'habileté nécessaire au métier de verrier a une conséquence non moins évidente : l'importance du chef de fabrication. Ce que nous avons dit, à propos de la verrerie à bouteilles, de l'influence d'un ouvrier sur le prix de revient est dix fois vrai pour le contremaître : véritable capitaine dans son four, chargé de diriger des hommes sur qui la discipline a peu de prise, le chef de fabrication tient entre ses mains la production d'une usine : il doit donc réunir toutes les qualités morales, professionnelles et techniques nécessaires pour diriger et entraîner les hommes. Ces contremaîtres sont habituellement choisis parmi les anciens verriers les plus intelligents et habiles, et dans les verreries d'autrefois rien n'eût mieux valu que ce choix.

Mais, après la transformation qu'a subie la verrerie, l'augmentation des usines et surtout l'usage de mécanismes de plus en plus compliqués, on peut se demander si le contremaître de verrerie ne devrait pas posséder une instruction plus étendue que celle d'un simple ouvrier, y joindre quelques connaissances mécaniques, être à la fois verrier et mécanicien. N'y aurait-il pas là place pour un ingénieur, surtout, par exemple, pour un ingénieur de nos Écoles d'Arts et Métiers, dont la formation des contremaîtres est le but?

Un tel ingénieur commencerait par faire un stage d'une année comme ouvrier, suivant l'exemple que donnent si simplement nos Ingénieurs de la Traction dans les Chemins de fer.

Ne serait-ce pas le débouché bien naturel de quelques-uns de ces fils de verriers à qui leurs parents réussissent à donner une éducation libérale, mais qui ne craindraient pas le travail au four? La chose ne nous paraît pas irréalisable : il suffirait de donner aux chefs de fabrication des appointements à peine supérieurs à ce que peut gagner le meilleur ouvrier d'une usine, au lieu du traitement très inférieur à celui de la moyenne des hommes qu'ils dirigent, qu'on leur donne actuellement. On confierait ainsi par là un poste difficile à des hommes jeunes et énergiques à qui leur instruction et le courage déployé pendant l'apprentissage donneraient une autorité indiscutée. Ce serait le pendant de l'ingénieur-chimiste, à qui nous avons confié la fonte.

3. *Rôle de l'Art.* — L'Art a un rôle important en Cristallerie et en Verrerie artistique, et peut se donner carrière soit pour la confection des moules destinés à la fabrication des objets faits à moule fermé, soit pour la confection sans moule des pièces d'art dont Venise et en particulier l'usine Salviati nous donnent le plus bel exemple, soit

dans la décoration du verre par peinture doucie et émaillage, soit dans la gravure.

L'ensemble de l'éducation artistique en verrerie justifierait donc l'existence d'écoles professionnelles destinées à inculquer aux ouvriers le sentiment des jolies formes : c'est ce qu'ont si bien compris le Tyrol et la Bohême, qui possèdent des écoles multiples à programmes variés, où les enfants, garçons et filles, tous destinés à travailler dans les verreries, apprennent de bonne heure, avec leur métier, les arts auxquels ils devront recourir.

En France, il n'existe rien de semblable : seule l'usine de Baccarat cherche, dans les écoles qui sont de son ressort, à développer les goûts artistiques et l'étude du dessin, et prépare ainsi les ouvriers qui font sa réputation. Il est vrai que des écoles professionnelles impliquent une certaine condensation d'une industrie et ne se développent que dans un milieu spécialement occupé d'une industrie; la dispersion de la verrerie française y serait donc un obstacle.

Peut-être cependant Paris ou ses environs (Saint-Denis, Pantin) trouveraient-ils un intérêt réel à la création d'une école inspirée de l'exemple de celles du Tyrol.

X. — Questions économiques.

§ 1. — Économie intérieure des usines.

Nous ne saurions ici trop insister sur la question des prix de revient et sur les règles qui doivent présider à leur assiette. La question est en vérité très complexe, à cause du fractionnement de la fabrication, dont chaque étape comporte ses risques, ses causes propres de gain ou de perte; nous en avons eu un exemple à propos de la verrerie à bouteilles, et cette industrie nous a prouvé l'importance d'un prix de revient bien établi et la difficulté de son calcul exact. Ce cas est cependant le plus simple ; s'il s'agit de pièces taillées, décorées, gravées, la complication est plus grande encore. Aussi arrive-t-il le plus souvent que les verreries n'établissent que le prix de revient global et ne peuvent ainsi se rendre compte ni de la valeur productive de leurs ouvriers, ni de l'importance des progrès à réaliser à chaque étape, ni du préjudice causé par la casse, souvent énorme. Ce régime, qui, en un mot, n'analyse pas suffisamment les risques, peut devenir très dangereux dès que les prix s'avilissent : il nous paraît très nécessaire d'y porter remède. Or, l'organisation du travail et la tarification rend la chose très possible. Tous les ouvriers spéciaux étant payés à la pièce, et souvent au choix, le maître de verrerie possède tous les éléments d'un prix de revient rigoureux ; il lui suffit de traduire, de faire parler ses chiffres. Comme dans toute industrie, il importe d'abord de distinguer les frais généraux d'un établissement, ceux qui sont tout à fait indépendants de la fabrication, des frais spéciaux; mais il est plus important encore de distinguer dans l'ensemble des dépenses celles qui sont rigoureusement proportionnelles à la quantité d'objets fabriqués (prix du verre et main-d'œuvre payée à la pièce) de celles qui en sont indépendantes, c'est-à-dire restent les mêmes, quelle que soit la valeur de l'ouvrier maître d'un pot ou d'une place au four. Celles-ci doivent être calculées par ouvreau, c'est-à-dire par équipe d'ouvriers travaillant ensemble, en un chiffre représentant la location que devrait payer cette équipe pour que le patron soit en bénéfice, de façon à donner immédiatement, par un simple quotient, le prix de revient quotidien ou mensuel de chaque ouvrier. Nous ne pouvons insister ici sur ces détails trop techniques ; mais nous n'avons pu les passer sous silence, car, dans une industrie où la main-d'œuvre est le principal facteur du succès, ce n'est qu'en tenant et dirigeant des ouvriers, et connaissant exactement la valeur de chacun, qu'on peut arriver à la prospérité.

§ 2. — Économie extérieure. Commerce et tarifs de douane.

Nous ne saurions ici nous élever trop nettement contre la tendance actuelle, en politique commerciale, de certaines branches de la Verrerie française, qui cherchent, dans la limitation de la production, un remède à la crise actuelle de surproduction. Le syndicat de la Gobeleterie a pris cette clause comme base d'entente et pivot de son organisation, et, si le syndicat des maîtres de verrerie à bouteilles a un programme un peu plus vaste, il ne renonce pas à cet objectif. Rien ne nous paraît plus contraire au progrès d'une industrie et surtout plus irréalisable que cette limitation de production avec son corollaire nécessaire : l'unification des prix suivant un tarif de comptoir central. Elle est contraire au progrès, car la fixation arbitraire de la production d'une usine est une entrave absolue à l'abaissement méthodique du prix de revient : il est même assez piquant de voir les mêmes maîtres de verrerie se plaindre amèrement du tort que leur causent les verriers syndiqués par la limitation de la production individuelle et s'engager de gaieté de cœur dans une politique commerciale identique.

Elle est surtout irréalisable parce qu'elle suppose la bonne foi des syndicataires. L'initiative en vient toujours d'industriels à bout de ressources qui profitent des heures de crise pour intéresser à leur

cause leurs collègues plus fortunés, et qui souvent sont les premiers à manquer à leurs engagements, en attirant la clientèle par des concessions anti-statutaires.

Quoi de plus illogique qu'un système de vente qui tend à mettre sur le même pied les produits de qualité supérieure des bonnes usines et les rebuts d'une verrerie en déconfiture? Aucune entente n'empêchera le commerce de demander à prix égal les produits les plus soignés; les fabricants délaissés sont donc fatalement conduits à des concessions contraires à leurs engagements.

C'est donc à un autre but que devraient tendre ces syndicats de patrons qui ont en France tant de peine à se constituer et à vivre. Excluant de leur programme les questions qui seraient un obstacle à la concurrence entre eux, seul stimulant du progrès industriel, ils ne doivent aborder que celles qui sont d'un intérêt commun, par exemple, la défense des intérêts d'une industrie auprès des pouvoirs publics, l'étude de certaines questions scientifiques ou techniques précises intéressant indistinctement toute une branche d'une industrie, la réglementation et l'observation rigoureuse des contrats de louage et d'apprentissage, les questions ouvrières et, s'il est nécessaire, les rapports avec les syndicats ouvriers dont l'existence est régulière et dont la puissance ne peut être méconnue, enfin et avant tout, le progrès de l'exportation.

La verrerie française peut et doit ouvrir une large porte à l'exportation. En dehors du verre à vitres, qui ne nous paraît pas pouvoir lutter contre la Belgique, elle serait en état, en déployant un peu d'activité, de faire triompher ses produits sur bien des marchés et dans toute l'Angleterre qui, par son commerce, fournit un débouché énorme. La verrerie anglaise est très loin de suffire à la consommation du Royaune-Uni, et d'ailleurs les exigences de la main-d'œuvre lui créent une infériorité réelle ; déjà la Flaconnerie, la Cristallerie, la Glacerie françaises y trouvent une clientèle considérable; la Verrerie à bouteilles y exportera aisément avec quelques concessions.

En présence de cette nécessité de l'exportation, on peut se demander si le tarif douanier actuel, obstacle aux relations commerciales avec bien des peuples voisins, n'est pas plus nuisible qu'utile à la verrerie?

Il nous semble impossible de faire ici une réponse générale, et nous croyons qu'un système douanier trop absolu, trop anguleux, ne pouvant, par conséquent, tenir compte de l'état actuel et de la prospérité de chaque industrie, n'est pas le régime le meilleur. C'est ainsi que la Verrerie à vitres ne saurait se passer d'un régime protecteur, c'est pour elle une question de vie ou de mort ; la Glacerie bien que plus puissante, aurait aussi grandement à souffrir de la suppression des droits. Mais la Verrerie à bouteilles, la Flaconnerie ont peut-être eu plus à souffrir de la politique protectionniste [1] qu'à y gagner : le ralentissement des affaires, la diminution de l'exportation des eaux-de-vie de Cognac, des vins de Bordeaux, de Champagne et de tous les liquides expédiés en verre, ont fait plus perdre par la réduction des commandes que le maintien des prix n'a fait gagner. Le tarif douanier de 1892 est la première cause de la crise actuelle; c'est peut-être la raison déterminante de la grève de Carmaux et des graves conséquences politiques dont la France souffre aujourd'hui.

XI. — Questions sociales et ouvrières

L'industrie du verre, variée à l'infini, présente le champ le plus vaste à l'étude des questions sociales et ouvrières ; tous les régimes, toutes les formes de sociétés industrielles s'y rencontrent, depuis la très grande industrie, avec Saint-Gobain, jusqu'à l'industrie en chambre pratiquée par le souffleur de verre, depuis le patronat le plus absolu jusqu'à la société coopérative de production, la verrerie au verrier. Il y a là un terrain d'étude complet qu'il est possible d'embrasser dans son ensemble et que nous signalons à l'observation des économistes. Mais le cadre de cet article ne nous permet pas de relater ici le détail de nos observations, encore moins d'indiquer les idées générales qu'il est possible d'en déduire pour jeter un peu de lumière sur tant de questions *sociales* actuellement pendantes. Nous nous bornerons donc à décrire très brièvement les institutions *ouvrières* de Baccarat et de Saint-Gobain qui, par leur générosité, méritent ici une mention spéciale, puis à étudier deux questions pressantes : celle de « la verrerie aux verriers », celle du travail des enfants dans les verreries.

§ 1. — Institutions de Baccarat [2].

Les établissements de Baccarat ont par tradition une grande sollicitude pour leur personnel ouvrier; non seulement l'hygiène de l'atelier y est surveillée, d'une façon spéciale, mais le sort des vieux ouvriers et des malades y est assuré de la façon la plus complète.

Des caisses de prévoyance sont destinées à secourir les malades : elles sont alimentées comme suit :

1° A celle des verriers la Compagnie verse 2 %

[1] Les nouveaux tarifs ont simplement élevé de 3 à 4 francs pour 100 kilogrammes le droit d'entrée sur les bouteilles et les flacons.

[2] Tous ces documents sur la cristallerie sont empruntés à notre collaborateur M. Guéroult.

des salaires effectifs ; les verriers laissent 1 °/₀ de ceux-ci.

2° Celle des tailleurs est alimentée par un versement de 2 °/₀ fait par les intéressés et 1/4 °/₀ fait par la Compagnie.

3° La caisse des ouvriers divers reçoit un prélèvement de 1 °/₀ sur les salaires de ceux-ci et un versement de 1/2 °/₀ fait par la Compagnie.

Ces caisses sont gérées par un Conseil composé d'ouvriers élus par leurs camarades et présidé par le directeur de l'usine. Ce conseil arrête à la fin de chaque mois les indemnités dues aux malades, payées à raison de la moitié du gage fixe.

Bien que les ouvriers à la journée n'aient pas de caisse de prévoyance, on leur alloue généralement, en cas de maladie, une indemnité en rapport avec leur salaire et leurs besoins.

Les ouvrières mariées, en couches, reçoivent un secours de 40 francs et ne sont reçues à l'atelier que six semaines après l'accouchement.

La Compagnie a créé des caisses de retraite pour ceux de ses ouvriers qui ne peuvent continuer leur travail par suite de vieillesse ou d'infirmités. Ces caisses sont alimentées par les seuls versements que fait la Compagnie à raison de :

2 1/2 °/₀	des salaires	pour la caisse	des verriers
2 1/4	»	»	tailleurs
1 3/4	»	»	divers

Vingt années de service et cinquante ans d'âge donnent droit à la retraite, si l'ouvrier est reconnu incapable de travailler.

L'ouvrier qui quitte volontairement l'usine ou qui est renvoyé pour faits graves, perd ses droits antérieurs à la retraite, s'il vient à rentrer. A l'heure actuelle, la Compagnie a 127 retraités, parmi lesquels vingt manœuvres qui n'ont droit à rien, mais auxquels la Compagnie alloue gracieusement 20 francs par mois.

Fig. 21. — *Logements pour les ouvriers, aux Usines de Baccarat.* — Chaque ménage a sa maison avec entrée particulière et jardinet sur le devant.

Le logement, si important pour des ouvriers dont le travail est assez dur, est très soigné. Les verriers, employés et contre-maîtres sont logés gratuitement dans l'intérieur de l'usine ; depuis 1888, on a remplacé les anciens logements par de nouveaux, et on a même ajouté trois pavillons de dix logements chacun, ce qui porte à 239 le nombre des ménages logés. — Ces nouvelles construc-

tions (fig. 21) sont spacieuses, bien éclairées et bien aérées; elles sont pourvues d'eau et de gaz. Chaque ménage a son entrée et sa maison spéciale : celle-ci se compose de deux pièces au rez-de-chaussée, deux au premier, une cave et un grenier. — On se ferait difficilement une idée de la propreté et du soin avec lesquels ces logements sont entretenus.

De plus, les ménages logés ont la jouissance d'un jardin de 2 à 3 ares.

Grâce à ces mesures libérales, l'état sanitaire est généralement bon et s'est amélioré d'une façon remarquable depuis cinquante ans, ainsi que l'indique le relevé de l'âge moyen de décès des ouvriers (hommes et apprentis).

En 1838	30 ans
1848	38
1858	39
1868	45
1878	49
1888	47

La Compagnie complète cette œuvre humanitaire en s'occupant de l'éducation des enfants et jeunes gens à l'aide de nombreuses écoles.

La Cristallerie a fondé des écoles primaires donnant l'enseignement gratuit aux enfants de ses ouvriers, ce sont :

1° Un asile pour les enfants des deux sexes de 3 à 6 ans.

2° Quatre classes de filles de 6 à 13 ans.

3° Quatre classes de garçons de 6 à 13 ans.

Des écoles d'adultes sont destinées aux jeunes apprentis de 12 à 15 ans pour compléter leur instruction, bien qu'au point de vue légal la plupart soient dans les conditions requises pour en être dispensés.

Une école professionnelle est destinée à former des tailleurs, graveurs, parmi lesquels on choisit suivant le classement quand il y a lieu de compléter les cadres.

§ 2. — Institutions de Saint-Gobain.

La Compagnie de Saint-Gobain ne le cède en rien à Baccarat; on sait que ce puissant établissement a remporté, en 1893, le prix Andéond pour ses institutions patronales, et c'est au Rapport présenté à l'Académie des Sciences morales par M. Georges Picot que nous empruntons les indications suivantes :

La Compagnie possède des écoles, organisées bien longtemps avant l'enseignement obligatoire; elle loge ses ouvriers dans des immeubles très bien aménagés qu'elle leur loue à prix très modiques; elle a fondé des économats et provoqué la création de sociétés coopératives de consommation; elle a fondé une caisse d'épargne a intérêt de 4 °/₀, dont les dépôts atteignent 400.000 francs; enfin elle assure la retraite par une combinaison qui met en jeu la libéralité de la Compagnie et l'esprit d'épargne de l'ouvrier, lequel doit faire des versements à la Caisse des retraites de l'État. Grâce à des mesures aussi sages, Saint-Gobain a su éviter toute grève depuis sa fondation et assurer une remarquable stabilité de son personnel, où l'on compte 432 ouvriers ayant plus de 30 ans de service, soit 163 pour 1.000, et 411 plus de 20 ans de service, soit 155 pour 1.000.

§ 3. — Institutions dans diverses industries du verre.

A l'inverse des deux Compagnies précédentes, la verrerie soufflée est sous le régime de l'imprévoyance la plus absolue : en dehors des logements qui ne sont pas négligés, les institutions patronales n'existent pas : pas de caisses de retraite, de maladie, de chômage. Les ouvriers gagnent des salaires fort élevés, mais les dépensent avec une insouciance extrême, et, s'il existe une bonne moitié de verriers rangés, faisant des économies et attachés aux usines, les autres, véritables nomades, promènent leurs dettes de verrerie en verrerie, pourchassés par les huissiers, et finissent misérablement dans l'alcoolisme. Cet état de choses n'a fait que s'aggraver depuis les dernières grèves, les patrons ruinés ou révoltés ne donnant plus aux verriers les secours qu'ils leur accordaient jadis ; il serait bien utile d'y porter remède. Nous ne pensons pas que l'initiative puisse en venir des patrons, à supposer qu'ils soient disposés à l'essayer : car les verriers ne l'accepteraient pas. D'ailleurs, en toute justice, des ouvriers qui on secoué si brutalement une tutelle qu'ils trouvaient gênante, sont-ils en droit d'attendre protection de ceux à qui ils font la guerre? C'est donc aux syndicats ouvriers d'organiser eux-mêmes les institutions de prévoyance, retraite, chômage, maladie; c'est leur devoir le plus impérieux, et s'ils essayaient, les encouragements et secours ne leur feraient pas défaut. Ne serait-ce pas un meilleur emploi des cotisations des syndiqués que la subvention de grèves dont les deux dernières ont été stériles pour les ouvriers, ruineuses pour la France et qui ont absorbé en quelques mois 80.000 francs d'épargne lentement accumulée ?

§ 4. — La Verrerie aux Verriers.

En présence des difficultés actuelles entre verriers et maîtres de verrerie, toutes les solutions devaient être mises en avant, et la Société coopérative de production, la verrerie aux verriers, s'est présentée comme le remède aux yeux des chefs des syndicats ouvriers. Puisque le capitaliste

ne peut conduire ses ouvriers, subordonnons le capital au travail, et toute difficulté s'aplanira. Il est sans intérêt de discuter cet argument un peu spécieux, encore moins d'examiner la question théorique des coopérations de production : en ces matières toute théorie absolue est fausse, et ce qu'il nous importe seulement de savoir, c'est si la verrerie aux verriers est possible, *de nos jours, dans l'état actuel de l'industrie du verre et de la classe verrière ;* a-t-elle quelque chance de succès, doit-on l'encourager?

Nous ne le pensons pas, parce que la main-d'œuvre, très importante il est vrai, n'a pas encore une part suffisante dans la valeur des produits fabriqués, parce que les verriers ne sont pas assez mûrs et instruits pour *gérer* une verrerie.

L'importance relative du rôle du capital et du rôle des ouvriers dans une fabrication est un des points essentiels à considérer dans une coopération de production. L'expérience montre que les seules sociétés ouvrières qui aient jusqu'ici prospéré, — la célèbre Société des peintres en bâtiment, les Coopératives de cochers de fiacre, etc., — sont celles où la main-d'œuvre a une part tout à fait prépondérante dans le roulement des affaires; déjà la « Mine aux Mineurs » où les salaires ouvriers ne représentent que 50 % de la valeur du produit, a eu des débuts extraordinairement durs, aussi bien à Rive-de-Gier qu'à Monthieux. On peut même dire, sans méconnaître la louable énergie des ouvriers, que ces deux entreprises ne doivent leur existence qu'aux secours venus du dehors et à une campagne de presse active et dévouée.

Or, en verrerie, la main-d'œuvre spéciale, celle des verriers qui seraient les maîtres de la coopération, ne représente pas, dans les cas les plus favorables, de 30 à 35 °/₀ de la valeur des bouteilles. Le succès est donc beaucoup plus douteux que celui de la « Mine aux Mineurs ».

Un examen *à priori* un peu attentif de l'Industrie conduit aux mêmes conclusions. L'essai de verrerie aux verriers devra se faire sur le terrain de la concurrence commerciale et soutenir une lutte d'autant plus vive que la crise est intense; nouvelle venue dans le monde des affaires, la Société devra, sous peine de disparaître, atteindre un prix de revient un peu inférieur à celui des verreries capitalistes, ses aînées. Or ces dernières ont une grande supériorité dans la gestion du capital et de tout ce qui en dépend; elles sont inférieures au point de vue de la main-d'œuvre, qui est mercenaire et même hostile; dans la verrerie aux verriers, la main-d'œuvre devrait être excellente, stimulée par le puissant aiguillon de l'intérêt personnel; c'est là du moins ce qu'escomptent les promoteurs de l'entreprise, mais les intérêts du capital seront entre des mains mercenaires, mal choisies le plus souvent, sans direction en tout cas, puisque les ouvriers-maîtres n'ont aucune expérience de la gestion des usines. L'avantage ne restera-t-il pas évidemment à celle des deux organisations qui assure le bon fonctionnement du plus important des deux facteurs de la production, au maître de verrerie?

C'est ce qu'ont bien senti les défenseurs actuels des verriers de Carmaux ; après avoir fait grand bruit autour du projet de création d'une verrerie aux verriers, sans sembler se douter que semblable entreprise avait échoué presque complètement à Rive-de-Gier et que nombre d'ouvriers-auxiliaires des verriers patrons de la Loire avaient offert leurs services au patron capitaliste de Carmaux et contribué à rétablir le travail de ses fours, — ils ont cru plus sage de renoncer à une nouvelle tentative, malgré les encouragements (un don de 100.000 francs) qu'ils avaient reçus, et veulent aujourd'hui créer une *verrerie ouvrière*, qui n'est qu'une usine capitaliste comme les autres ne s'en distinguant qu'en ce que son capital sera le produit d'une loterie au lieu d'être emprunté à l'épargne française, et que les administrateurs qui, dans ces conditions, n'ont évidemment que bien peu de droits aux bénéfices, les verseront dans une caisse ouvrière destinée à la défense du prolétariat.

Ainsi, quelque intéressante à tous égards que puisse être toute tentative de coopération de production, la verrerie aux verriers n'est pas à encourager. A supposer qu'elle puisse vivre péniblement, elle ne serait pas en tout cas capable de relever la Verrerie française, but qui doit être l'objet actuel de tous les efforts.

§ 5. — Travail des enfants en verrerie.

Le travail des enfants en verrerie est de toutes les questions sociales celle qui a le plus préoccupé le législateur; le recrutement de ce petit personnel indispensable n'est pas une moindre préoccupation pour le maître de verrerie.

Pour comprendre la sollicitude du législateur, il suffit d'avoir visité la nuit une verrerie, et d'avoir vu à l'œuvre ces tout jeunes enfants ou (en Belgique) ces fillettes de 12 et 13 ans, occupés dix heures consécutives à un travail très pénible; mais il faut avoir été longtemps dans une verrerie pour apprécier les difficultés que rencontre un maître de verrerie à garnir les cadres de ses porteurs et apprentis, et les charges que peut lui imposer la moindre modification à la loi.

La loi de 1874, qui fixait à 12 ans l'âge d'admission dans les verreries, avec tolérance jusqu'à 10 ans, sous certaines réserves, et qui, d'autre

part, assurait l'écolage des enfants jusqu'à 14 ans, avait constitué un grand progrès moral; nous avons pu constater, d'ailleurs, que, bien que non appliquée dans la plupart des verreries, elle était parfaitement applicable et compatible avec une bonne hygiène et une instruction primaire suffisante.

La loi de 1893 a porté à 13 ans la limite d'admission dans les ateliers et impose une réduction du temps de travail pour les jeunes gens au-dessous de 18 ans; voulant trop bien faire, le législateur a passé la mesure et rendu une loi inapplicable et inappliquée; le Rapport général de 1893 sur le travail des enfants constate des difficultés sérieuses d'application et de nombreuses infractions; celui de 1894 montre qu'il n'y a eu aucun progrès, en dépit des efforts des Inspecteurs du travail.

Dans le cours de cette année 704 infractions sont relevées. Sur les 273 usines ayant contrevenu à la loi, 129 sont des verreries, soit la *totalité* des usines à verre. Cette unanimité seule, comparée aux efforts faits par d'autres industries pour rester dans la légalité, met en lumière l'exagération de la loi : car, comment admettre que les maîtres de verrerie soient plus inhumains et rebelles à la loi que les filateurs et autres industriels!

Ajoutons qu'en présence des menaces de répression des inspecteurs, les gobeletiers, convaincus de l'impossibilité d'appliquer la loi de 1893, viennent de rédiger une pétition aux Chambres demandant l'abaissement à 12 ans de la limite d'âge.

Semblable réclamation ne nous paraît nullement exagérée; très profitable à l'industrie française, elle serait sans inconvénient sur la santé des enfants. C'est, il est vrai, une mesure d'exception en faveur d'une seule industrie toujours dangereuse; mais elle est tellement nécessaire que nous croyons utile de la justifier [1].

Le rôle des enfants en verrerie consiste à porter au four à recuire les objets fabriqués, à tendre à l'ouvrier ses outils, à ouvrir et fermer son moule, etc. Tous ces travaux demandent une grande souplesse, une grande agilité et des mouvements rapides sous des efforts généralement faibles. Or, on sait que de tels mouvements sont l'apanage de l'enfance, et qu'ils peuvent, au contraire, être très nuisibles à l'âge de la croissance : en tout cas, l'expérience nous a montré qu'un enfant de dix à douze ans, pourvu qu'il soit bien nourri et soit assuré d'un bon sommeil, les supporte sans peine, tandis qu'un adolescent de quinze ans, âge maximum, n'est plus en état de les endurer; un adulte ne peut jamais s'y faire. Il y a donc une limite supérieure pour ces petits ouvriers indispensables au travail du verre et nous avons vu que cette limite avait encore tendance à s'abaisser par le fait des fours à bassins, qui facilite tant l'apprentissage du métier de gamin.

Il est, d'après cela, facile de calculer qu'un maître de verrerie qui ne fait appel qu'aux ressources que lui offrent les familles de ses ouvriers, ne peut pas y trouver le nombre d'enfants nécessaire : le nombre varie suivant les fabrications de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{5}$, et comme la durée moyenne de travail, actif n'est plus inférieure à 30 ans, il faut, dans le cas le plus favorable, que l'enfant puisse travailler quatre ans comme apprenti pour que le roulement s'établisse suivant un avancement régulier; la loi actuelle réduit cette période à deux années.

Aussi les verreries qui veulent appliquer la loi doivent-elles à grands frais enrôler des enfants au dehors; les unes s'adressent à l'Assistance publique, d'autres vont jusqu'en Savoie recruter leur personnel et se chargent de l'entretien et de l'éducation de ces enfants: résultats pires cent fois que le mal que l'on veut éviter.

Rien donc ne nous paraît plus légitime que la pétition des maîtres de verrerie.

§ 6. — Conclusion.

Dans les chapitres qui précèdent, nous avons examiné les rôles des sciences, des arts, des sciences morales, isolément, empiriquement, sans idée préconçue d'aucune sorte.

Il nous semble cependant, en jetant un regard d'ensemble sur le programme de ces progrès, qu'ils tendent tous à deux buts :

1° Intervention de plus en plus directe et de plus en plus efficace des sciences et des arts dans l'Industrie ;

2° Développement de plus en plus complet de l'initiative industrielle à tous les degrés de l'échelle sociale, et, concurremment, délimitation précise des responsabilités et des devoirs moraux de chacun.

N'est-ce pas le but que doit viser toute industrie, et, mieux encore, un tel programme n'est-il pas d'accord avec la loi générale de progrès? Faisant à la fois la part de la *raison* et de la *liberté*, — ce double apanage de la *personnalité humaine*, — il tend au développement égal de toutes les facultés que l'homme a reçues en partage.

C'est là, croyons-nous, le moyen le plus efficace d'assurer le bonheur de l'individu dans le progrès des sociétés.

Emilio Damour,
Chef des Travaux chimiques,
à l'Ecole Supérieure des Mines,
Ancien Ingénieur des Verreries de Folembray.

[1] Nous croyons pouvoir ici suppléer à notre incompétence en matière de physiologie et d'hygiène par l'expérience que nous a donnée la direction de ce jeune personnel pendant trois années.

XII. — Hygiène des verriers.

La Verrerie et la Cristallerie sont, au point de vue de l'hygiène industrielle, régies par le décret de 1810 et les compléments qu'il a reçus. Ce décret vise surtout les inconvénients des diverses industries pour le voisinage des usines. Dans l'espèce, ces inconvénients sont, en général, peu importants et il n'y a pas lieu d'y insister. Nous ne considérerons donc, en verrerie et cristallerie, que l'hygiène professionnelle.

Disons tout de suite que le décret de 1810 ne permet guère à l'autorité d'intervenir en ce qui touche à l'hygiène de l'ouvrier verrier, et ce sont, comme nous le verrons tout à l'heure, d'autres documents législatifs qu'on peut invoquer pour sa protection.

On peut dire en tous cas que cette protection légale est ici plus justifiée peut-être que partout ailleurs, car il est peu d'industries qui nécessitent un plus grand effort, ni dans de plus mauvaises conditions. Un ouvrier souffleur de bouteilles, qui produit 650 bouteilles environ dans une journée, expire, pendant les huit heures du travail effectif, un mètre cube d'air sous une pression de 1/10e d'atmosphère. Un ouvrier *manchonnier* expire un volume de 6 à 7 mètres cubes, et il en est de même pour l'ouvrier *bouleur*. Il y a dans ce travail un supplément énorme de dépenses, dû à l'expiration exagérée.

Mais il convient de considérer d'abord que ce travail excessif a lieu devant les fours, dans une atmosphère surchauffée, et que, indépendamment des effets locaux de calorique rayonnant sur la peau et des érythèmes, furoncles, éruptions d'acné, qui sont, avec les brûlures, les accidents extérieurs les plus fréquents, on peut observer, à cause de la température excessive et de la sur-activité du système circulatoire, des hypertrophies du cœur (Maisonneuve, Shann), des néphrites spéciales (Layet).

D'autre part, l'effort continu de l'expiration détermine l'emphysème pulmonaire, produit parfois la hernie, occasionne souvent la dilatation en ampoule du canal de Stenon (*joues cassées*), épaissit enfin la muqueuse des joues qui, blanchâtre et fendillée, constitue un stigmate professionnel caractéristique.

L'influence de la température du milieu et l'influence de l'effort spécial se compliquent, chez les verriers, d'une maladie si commune autrefois parmi eux qu'on l'a appelée la *syphilis des verriers*, alors qu'elle est la syphilis de tout le monde, celle dont Ricord disait, par boutade, *qu'on l'a eue, qu'on l'a, ou qu'on l'aura*. La fréquence chez les verriers de cette horrible maladie les faisait autrefois accuser injustement de débauche, et c'est seulement en 1858 que le Professeur Rollet (de Lyon) montra que c'est en se servant successivement de la même canne que les ouvriers se communiquaient l'infection, et qu'il suffisait d'un infecté pour contagionner une équipe.

Rollet ajoutait à cela la promiscuité de la bouteille, où chacun, tour à tour, se désaltère, assoiffé par la température excessive.

Contre cette contagion, on a préconisé l'emploi d'un embout mobile individuel, que la législation actuelle n'exige encore que pour les enfants et les jeunes gens. On a proposé la visite sanitaire mensuelle des ouvriers et une visite de chaque nouvel arrivant à l'usine. Enfin on a insisté sur la nécessité de faire connaître par une affiche, aux ouvriers, le danger auquel ils sont exposés. Ce danger, ils le connaissent pour la plupart, et, s'ils s'y exposent, — moins qu'autrefois sans doute, — c'est plus par insouciance que par ignorance.

A côté de ces dangers possibles, les verriers, tailleurs de cristal, polisseurs de glace, etc., sont exposés encore aux pneumoconioses résultant de la respiration de poussières dures très fines, telles que la silice, le sable, les débris pulvérisés de verre ou de cristal.

Enfin, les matières toxiques qu'ils manipulent les exposent à des intoxications professionnelles diverses par ce que j'ai appelé les grands poisons industriels : Plomb, Mercure, Arsenic.

Layet (de Bordeaux) a dressé des tableaux intéressants de toutes les professions qui exposent à ces intoxications. Je relève parmi celles qui comportent le danger d'intoxication saturnine :

1° *Fabricants de verres mousseline et vitraux à dessins pour portes, cloisons, etc.* — Saupoudrage et brossage des objets émaillés au vernis liquide.

2° *Ouvriers des manufactures de glaces.* — Polissage des glaces avec potée d'étain.

3° *Ouvriers des cristalleries.* — Manipulation du minium.

4° *Tailleurs de cristal.* — Ébarbage, ponçage à la meule, polissage avec potée d'étain.

5° *Verriers.* — Broyage et pulvérisation des débris de cristaux.

Le même auteur signale parmi les professions qui exposent à l'intoxication arsenicale :

1° *Fabricants de pierres fausses.* — Travail d'imitation de la malachite ou de verres colorés avec des sels arsenicaux.

2° *Fabricants de verre et de cristal.* — Affinage du verre, ramonage des fours (arséniate de soude et acide arsénieux renfermés dans le fiel de verre et dans la suie des fours).

Chez les miroitiers et étameurs de glace les accidents observés sont ceux de l'intoxication mercurielle. Mais, en la signalant ici, nous n'y

insistons pas parce qu'elle tend à disparaître pour la cause que M. Damour a indiquée ci-dessus : l'abandon de l'étamage à l'amalgame d'étain. C'est à la verrerie et à la cristallerie proprement dite, c'est-à-dire à la fabrication, à la taille, à la décoration des objets de verre ou de cristal que nous nous attachons surtout.

Là, c'est surtout l'intoxication saturnine qui est à craindre, et c'est presque exclusivement par les matières pulvérulentes qu'elle se produit. Empêcher ces matières de se répandre dans l'atelier par une ventilation aspirante localisée à la table de travail; faire porter à l'ouvrier, en certains cas, un masque spécial; lui faire comprendre la nécessité de soins de toilette minutieux ; ne pas lui laisser prendre son repos à l'atelier ; enfin l'engager à éviter les excès alcooliques, voilà toutes les mesures d'hygiène qui sont nécessaires. Les unes peuvent être prises et doivent être prises par l'industriel, qui y est tenu par les lois et règlements (décret du 10 mars 1894); les autres demandent le concours de l'ouvrier, qu'il faut instruire du danger soit par l'affichage d'instructions précises, soit de toute autre manière.

Cela est d'autant plus nécessaire que les lois ne sauraient tout prévoir, qu'elles se bornent souvent dans leur protection (quand il s'agit, par exemple, du surmenage physique) à des prescriptions applicables aux enfants et aux femmes. Enfin, là comme dans toutes les industries, les usines où les précautions hygiéniques sont le mieux prises n'avaient pas attendu la loi pour les prendre. Ce sont aussi celles où les patrons bienveillants ont des ouvriers disciplinés.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs, rappelons ici les principales dispositions légales qui sont applicables aux conditions d'hygiène et de salubrité dans les verreries et cristalleries.

La loi du 2 novembre 1892 (section II, art. 4) défend en fabrique tout travail de nuit pour les enfants de moins de 18 ans, les filles mineures et les femmes. Une dérogation permanente peut être accordée en vertu de cet article 4 à certaines industries déterminées et dans des conditions formulées par un décret (décret du 15 juillet 1893). D'ailleurs, l'article 6 est ainsi conçu : « Néanmoins dans les usines à feu continu les femmes majeures et les enfants du sexe masculin peuvent être employés tous les jours de la semaine, la nuit, aux travaux indispensables, sous la condition qu'ils auront au moins un jour de repos par semaine.

« Les travaux tolérés et le laps de temps pendant lequel ils peuvent être exécutés, seront déterminés par un règlement d'administration publique. »

Ce règlement est le décret, ci-dessus cité, du 15 juillet 1893, qui dit à son article 4 :

« Dans les usines à feu continu où des femmes majeures et des enfants du sexe masculin sont employés la nuit, les travaux tolérés pour ces deux catégories de travailleurs sont les suivants :

Verreries : — *Présenter les outils, faire les premiers cueillages, aider au soufflage et au moulage, porter dans les fours à recuire, en retirer les objets, le tout dans les conditions prévues à l'article 7 du décret du 13 mai 1893* :

« Lorsque les femmes majeures et les enfants sont employés toute la nuit, leur travail doit être coupé par des intervalles de repos représentant un temps total de repos au moins égal à deux heures. » — « La durée du travail effectif ne peut d'ailleurs dépasser, dans les 24 heures, dix heures pour les femmes et les enfants. »

Rappelons que, si cet article, dans son ensemble, s'applique aux usines à feu continu, les verreries ne peuvent employer des femmes au travail de nuit, mais seulement des enfants du sexe masculin.

Les conditions de l'article 7 du décret du 13 mai 1893, auxquelles se réfère l'article 4 du décret du 15 juillet 1893, sont les suivantes :

« Art. 7. Les enfants au-dessous de 13 ans ne peuvent, dans les verreries, être employés à cueillir et à souffler le verre.

« Au-dessus de 13 ans jusqu'à 16 ans, ils ne peuvent cueillir un poids de verre supérieur à 1000 grammes. Dans les fabriques de bouteilles et de verre à vitres, le soufflage par la bouche est interdit aux enfants au-dessous de 16 ans.

« Dans les verreries où le soufflage se fait à la bouche, un embout personnel sera mis à la disposition de chaque enfant âgé de moins de 18 ans. »

Terminons en disant que l'article 14 du décret du 13 mai 1893 interdit aux enfants au-dessous de 18 ans, aux filles mineures et aux femmes l'accès des ateliers où l'on fait le grattage des émaux dans les fabriques de verre mousseline, des ateliers d'étamage des glaces par le mercure, des ateliers où l'on fait le polissage à sec du verre (Tableau A joint au décret ci-dessus) et que l'article 16 du même décret (tableau C) spécifie que dans les verreries, cristalleries et manufactures de glaces, les enfants au-dessous de 18 ans, les filles mineures et les femmes ne seront pas employées dans les ateliers où les poussières se dégagent librement et où il est fait usage de matières toxiques.

Ces prescriptions spéciales, applicables aux femmes, filles mineures et enfants dans les verreries et ateliers où se travaille le verre ou le cristal, n'empêchent pas l'obligation de se conformer aux dispositions générales de la loi du 12 juin 1893 et du décret du 10 mars 1894 qui s'appliquent d'une façon générale à *tous les travailleurs*.

De plus, pour les hommes adultes, les prescriptions du décret-loi du 9 septembre 1848, relatives à la durée du travail, sont applicables dans les verreries.

Dr Henri Napias,
Membre du Comité Consultatif d'Hygiène publique de France.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Appell (Paul), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, et* **Goursat** (Edouard), *Maître de Conférences à l'Ecole Normale supérieure.* — **Théorie des Fonctions algébriques et de leurs intégrales (Fonctions analytiques sur une surface de Riemann).** — *1 vol. gr. in-8° de 530 pages avec 91 figures (Prix: 16 francs.) Gauthier-Villars et fils éditeurs. Paris,* 1895.

Les fondateurs de la Théorie des Fonctions et les analystes qui les suivirent n'eurent longtemps égard qu'aux valeurs actuelles prises par les variables; on ne soupçonna pas d'abord que la manière dont ces valeurs étaient acquises eût un rôle quelconque à jouer. L'introduction, de jour en jour plus accentuée, des imaginaires dans l'Analyse et notamment dans le Calcul intégral, devait amener Cauchy à reconnaître l'importance de ce rôle. L'idée qui se manifesta à lui à l'occasion des intégrales définies prises entre des limites imaginaires, avait une portée immense, comme le prouvèrent peu après les travaux de Puiseux sur les fonctions algébriques, et comme le témoignent actuellement les découvertes relatives aux équations différentielles.

En transportant l'idée de Cauchy des intégrales définies aux fonctions algébriques, Puiseux découvrit l'importance essentielle des points critiques. Sous le nom de lacets, il introduisit certains chemins spéciaux décrits autour de ces points et fonda sur eux la Théorie des Fonctions algébriques. Quelques géomètres s'en sont tenus à ce moyen d'étude, dont les ouvrages de Briot et Bouquet contiennent le développement.

Cependant, en 1857, Riemann avait formulé des idées fondamentales, marquées de ce cachet d'originalité qui caractérise toutes les œuvres du grand géomètre.

C'étaient d'abord ses plans et ses sphères à feuillets multiples, réunis par des coupures établies entre les points critiques; puis la notion de connexion, celle du genre. La théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales, au sujet desquelles on possédait déjà le mémorable théorème d'Abel et tant de beaux résultats dus à Jacobi, Rosenhaim et autres, se trouva tout d'un coup portée à un très haut degré de perfection. Les découvertes ultérieures touchant les transformations bi-rationnelles vinrent encore jeter un nouveau jour sur la question; elles confirmèrent la justesse des vues de Riemann et montrèrent combien profondes étaient les notions de la connexion et du genre, puisque ces transformations les laissent inaltérées.

Enfin, des découvertes géométriques de premier ordre ont été le fruit de l'application de ces principes aux questions les plus compliquées de la théorie des courbes et des surfaces et nous assistons chaque jour au développement de ces applications. C'était donc une œuvre digne de tenter l'ardeur laborieuse de deux savants géomètres, que de réunir en un même cadre les principes essentiels et les applications les plus importantes des fonctions algébriques et de leurs intégrales. Œuvre difficile aussi, car, là où l'intuition si sûre de Riemann avait trouvé le but sans hésiter, le lecteur a besoin d'un guide pour le conduire au travers des nuages que savait percer l'œil du maître; il a besoin qu'on lui montre du doigt et en détail des pourquoi de choses qu'il suffisait à Riemann de deviner. Cette explication précise et détaillée, surtout pour ce qui concerne la connexion, est une des difficultés de la théorie; elle a été une source de doutes pour d'excellents esprits, qui en sont parfois arrivés à rejeter avec elle l'œuvre entière de Riemann.

L'exposition de MM. Appell et Goursat ne saurait laisser subsister de tels doutes. Ils ont pris la précaution d'exposer en premier lieu le cas hyperelliptique et les surfaces de Riemann à deux feuillets. Ce cas se prête à des explications et à des descriptions précises et un peu minutieuses, mais dont il faut grandement se louer pour la clarté et la certitude qu'elles apportent à la question. L'esprit, ainsi ouvert et préparé, s'assimile ensuite bien mieux le cas général.

Nous ne saurions entrer ici dans une analyse très détaillée de chaque chapitre.

Signalons toutefois, qu'à propos de la définition du genre dans les fonctions hyperelliptiques, les auteurs ont pris comme point de départ cette remarque de Weierstrass : « Si une fonction rationnelle en z et u « devient infinie en un seul point analytique (z_0, u_0) « arbitraire, l'ordre de cet infini ne peut pas être « moindre qu'un certain nombre entier. » Cet ordre minimum diminué d'une unité se nomme le genre.

Indiquons rapidement la marche suivie dans l'étude du cas général. On étudie d'abord les racines d'une équation algébrique, leur continuité, leur représentation sur une surface de Riemann à n feuillets, après avoir exposé d'après Puiseux les propriétés si remarquables de la permutation des racines autour des points critiques. On étudie ensuite les fonctions uniformes sur une surface de Riemann et on étend à ces fonctions les théorèmes généraux qui concernent les fonctions uniformes d'une variable dans le plan ordinaire.

Vient ensuite l'étude générale de la connexion et des coupures sur une surface de Riemann; la définition des intégrales abéliennes de première, deuxième et troisième espèce, les périodes et les points critiques de ces intégrales.

Le nombre des feuillets d'une surface de Riemann n'a qu'une importance relative; il suffit d'une transformation bi-rationnelle pour le modifier. En revanche, la connexion et le genre ne changent pas par ces transformations, en sorte que ces trois notions, connexion, genre, transformations rationnelles, se trouvent étroitement liées. Aussi la place de la question des transformations rationnelles est-elle toute marquée à la suite de l'étude de la connexion. Cette partie de la théorie est dominée par le théorème célèbre de Nöther, qui ramène, par une transformation bi-rationnelle, le cas d'une courbe algébrique possédant seulement des points doubles à tangentes distinctes.

Les courbes des genres 0, 1, 2 sont, dans l'ouvrage, l'objet d'une étude particulière. Signalons, à ce sujet, la question des transformations bi-rationnelles qui font revenir sur elles-mêmes les courbes des genres 0 et 1; les auteurs en ont tiré une élégante application à l'équation d'Euler.

Vient ensuite la définition des polynomes adjoints, des intégrales normales des trois espèces; indiquons à ce propos l'élégante méthode par laquelle M. Goursat a établi les propriétés essentielles de l'intégrale normale de troisième espèce, en application d'une formule de M. Hermite relative aux fonctions représentées par des intégrales définies affectées de coupures. On trouvera traitée au même endroit l'importante question de la décomposition d'une intégrale abélienne en intégrales de diverses espèces et en une partie algébrique. Le calcul de cette partie algébrique est une question difficile, dont les auteurs donnent une solution dans l'hypothèse où l'on possède certaines données.

Les questions qui se rattachent à cet ordre d'idées, comme celles qui ont trait aux fonctions uniformes sur une surface de Riemann, conduisent à des résul-

tats essentiels dont on sent le prix plus tard par l'élégance et la rapidité avec lesquelles on en déduit la solution de problèmes réputés autrefois difficiles. Les travaux de M. Appell sur ce sujet sont bien connus et trouvent ici leur place naturelle.

Le théorème d'Abel, le beau problème de l'inversion et un chapitre sur les applications géométriques terminent ce traité remarquable, où les auteurs ne se sont pas contentés de reproduire l'œuvre de Riemann et de ses disciples, Neumann, Clebsch, Gordan..., mais où ils ont, au contraire, profité de tous les progrès de fonds ou de détail accomplis dans ces dernières années : progrès auxquels ils ont eux-mêmes apporté, comme on sait, d'importantes contributions. Ajoutons, pour terminer, que M. Hermite a écrit en tête du livre une ample préface où il expose, avec la haute compétence qui lui appartient, les phases successives qu'a traversées cette belle théorie. G. Kœnigs.

2° Sciences physiques.

Meyer (Dr Victor), *Professeur de Chimie à l'Université de Heidelberg.* — **Problèmes de l'Atomistique.** (*Discours prononcé à la 2e Réunion générale du 67e Congrès des Savants allemands, à Lübeck, le 18 Septembre 1895*). — 1 *broch. de 48 pages. Carl Winter, Heidelberg.* 1896.

L'auteur déclare laisser de côté la question de savoir s'il faut conserver l'idée de matière ou lui substituer celle d'énergie; il veut examiner seulement quels développements comporte la théorie atomistique.

Actuellement on connaît 70 corps simples ou éléments. L'opinion est assez répandue que ces éléments ne sont que des condensations à divers degrés d'une seule matière primitive. Jusqu'à présent on n'a pu en donner de preuve péremptoire, quoique les raisons alléguées ne manquent pas d'un certain poids. L'hydrogène ne peut être cette matière primitive, comme l'avait supposé Prout, car les poids atomiques des autres éléments ne sont pas des multiples exacts de celui de l'hydrogène.

Les triades (Cl, Br, I — Li, Na, K, etc.) semblent indiquer qu'il existe des éléments plus simples que les nôtres : ces groupes sont semblables, dans une certaine mesure, aux séries homologues de la Chimie organique. L'hypothèse de Mendeleef sur la périodicité ne paraît plus aussi solide depuis la découverte de l'argon et de l'hélium, qui ne trouvent pas place dans le système.

On avait cru trouver une autre raison dans l'observation des spectres, les spectres de certains éléments ayant même apparence que ceux de mélanges ; — mais les travaux de Balmer, Cornu, Kayser et Runge, Rydberg ont fait voir que l'ensemble des raies du spectre d'un élément est comparable plutôt à l'ensemble d'un son fondamental et de ses harmoniques.

Quelques pas ont été faits dans la décomposition des éléments — expériences de Sainte-Claire Deville, de Troost, de V. Meyer — mesurant la densité des vapeurs à des températures très élevées (1.700°). La densité des halogènes décroît : celle de l'iode en particulier prend une valeur 1/2 de sa valeur primitive, mais, jusqu'à présent, rien de pareil n'a été constaté sur les autres éléments. L'auteur cherche actuellement les moyens de pousser les expériences jusqu'à des températures plus élevées que celles déjà atteintes.

Il compare ensuite les propriétés chimiques de corps simples et celles des corps composés.

Il étudie enfin les analogies de l'ammonium, des ammoniums composés avec K, Na, etc. L'iodonium découvert par l'auteur, est analogue au thallium : le thallium est intermédiaire entre les métaux alcalins et les métaux lourds (oxyde soluble et alcalin, carbonate de même — sulfure insoluble ainsi que les chlorures, bromures et iodures) ; l'iodonium présente les propriétés parallèles : c'est un thallium composé.

M. Victor Meyer conclut que la nature complexe des éléments, sans être un fait démontré, est une hypothèse fort plausible. M. Lamotte.

3° Sciences naturelles.

Dehérain (P. P.), *Membre de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum et à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.* — **Les Engrais. Les Ferments de la Terre.** — 1 *vol. in-12 de 220 pages.* (*Prix : 3 fr. 50*). *Rueff et Cie, éditeurs. Paris,* 1895.

Présenter sous une forme claire et concise les données abstraites de la Science, faire saisir leurs relations avec les faits naturels et leur intervention dans la pratique journalière de la culture, c'est un problème qui n'est pas à la portée de tous. Instruire l'agriculteur et intéresser en même temps le savant, n'est pas non plus une aptitude fréquente. Aussi, devons-nous saluer le volume de M. Dehérain comme une de ces œuvres qui appartiennent autant à la science qu'à la vulgarisation, et qu'on lit avec plaisir et profit dans toutes les classes de la société. Le titre en est simple et sans prétention : *les Engrais, les Ferments de la Terre*, et pourtant cet ouvrage est un véritable traité d'agriculture. On comprend difficilement comment un si vaste sujet a pu tenir en si peu de pages, dont aucune ne sent l'effort et qui se lisent d'un bout à l'autre toujours avec le même intérêt. — Dans cette période de crise que traverse l'agriculture, l'application judicieuse des engrais est le principal palliatif. Il est donc nécessaire de bien connaître les substances fertilisantes qui peuvent être mises en œuvre et de se rendre compte de leurs transformations dans le sol.

Une notion nouvelle, celle des ferments, s'est introduite dans la science agricole sous l'influence des travaux de Pasteur, et, aujourd'hui, on est arrivé à attribuer à ces infiniment petits une action de premier ordre dans les causes qui interviennent dans la production de nos récoltes. Les notions que nous possédons sur ce sujet sont déjà très précises, mais elles étaient dispersées dans des publications spéciales, et, par suite, les agriculteurs n'en avaient qu'une vague connaissance. En les réunissant et en les résumant, M. Dehérain les a mises à la portée de tous. Et c'est avec une grande élévation de vues et un coup d'œil d'ensemble qui frappe l'esprit, qu'il les expose à ses lecteurs. Tout d'abord, il parle à grands traits des causes de la crise agricole et aborde le côté économique de la production des récoltes. Comme introduction à l'étude des engrais, il insiste sur les matériaux qui sont nécessaires au développement des plantes et sur la manière dont elles les assimilent. Il passe ensuite à l'examen des engrais produits à la ferme ou achetés au commerce.

L'étude du fumier de ferme, au point de vue de sa production, de sa valeur agricole, de son emploi, présente un intérêt particulier. On sait par quelles belles expériences M. Dehérain a lui-même élucidé quelques-uns des points les plus importants des transformations qui amènent le fumier à l'état consommé.

Il parle des divers résidus d'origine animale, ainsi que du sulfate d'ammoniaque et du nitrate de soude, qui sont tous des engrais essentiellement azotés, ainsi que des engrais végétaux, dont les principaux sont les tourteaux et les engrais verts. Ces derniers ont un rôle important à jouer dans la culture. Avec les notions nouvelles que nous possédons sur l'utilisation de l'azote atmosphérique, leur action bienfaisante s'explique facilement, et l'extension des cultures dérobées d'automne, dont M. Dehérain est le promoteur, est appelée à prendre une large place dans l'exploitation agricole.

Les amendements et les engrais minéraux forment l'objet du deuxième chapitre. La manière de les utiliser, leur influence sur les récoltes et l'économie de leur emploi sont exposées d'une façon magistrale.

Les matériaux qui servent à augmenter la production du sol étant ainsi connus, M. Dehérain aborde le problème si délicat de l'intervention des micro-organismes dans les faits culturaux. La fixation de l'azote atmosphérique, sous l'influence de ces infiniment petits, a été mise hors de doute par les travaux de M. Berthelot,

de MM. Helriegel et Willfarth ; M. Bréal, MM. Schlœsing fils et Laurent ont apporté à ces découvertes de précieuses confirmations. On trouve, dans l'action de ces fixateurs de l'azote atmosphérique, l'explication des faits qui avaient de tout temps attiré l'attention des agriculteurs autant que des savants. L'enrichissement en azote des prairies et surtout des soles de légumineuses avait été depuis longtemps observé; mais la cause en était restée inconnue. C'est sur les engrais azotés particulièrement que s'exerce l'action des microbes du sol; mais c'est surtout par l'intervention de l'humus, de cette matière à la fois carbonée et azotée qui donne à la terre végétale ses principales qualités fertilisantes, que ces actions se produisent. La théorie exclusivement minérale de Liebig n'a pas résisté aux beaux travaux de Boussingault et de MM. Lawes et Gilbert. Aussi un intérêt très grand s'attache-t-il à l'étude de l'origine et de la composition de l'humus du sol, ainsi que des transformations auxquelles il est sujet. Ce sont encore les ferments qui interviennent pour rendre assimilables les matériaux azotés retenus par ces débris de la vie végétale.

Ici se placent les travaux de la nitrification et les expériences si ingénieuses de M. Schlœsing. Mais, si la nitrification est une cause de fertilité, puisqu'elle amène à un état assimilable l'azote qui était immobilisé dans les débris végétaux, elle est aussi une cause de déperdition, puisqu'elle rend soluble dans les eaux pluviales, sous la forme de nitrates, l'azote qui existait auparavant dans l'humus à l'état insoluble.

Dans une longue série de recherches d'une haute importance pratique, M. Dehérain a montré que les pertes ainsi éprouvées par les terres cultivées sont considérables et que les eaux de drainage entraînent loin de nos cultures de grandes quantités de nitrates. Aussi a-t-il pensé qu'il y avait un grand intérêt à retenir ces nitrates et il y parvient par l'emploi des cultures dérobées d'automne. C'est surtout dans la période d'été que la nitrification est active; les pluies qui surviennent à l'arrière-saison enlèvent la majeure partie de la réserve de nitrates ainsi produits. Si, au lieu de laisser les terres nues, après l'enlèvement des récoltes, comme on le fait généralement, on y sème des plantes à développement rapide, telles, par exemple, que la vesce ou la moutarde, celles-ci utilisent le nitrate pour leur développement et en restreignent la perte : l'azote se trouve fixé et insolubilisé dans la matière végétale, qui peut ultérieurement être enfouie et servir d'engrais vert, ou même être consommée par les animaux.

On voit combien sont nombreux les sujets traités dans l'ouvrage que vient de nous donner M. Dehérain et combien leur intérêt pratique est grand. Ce livre devrait se trouver entre les mains de tous les agriculteurs, qui y puiseront les connaissances nécessaires à l'application des engrais et au travail de la terre.

Mais, en outre, il a sa place marquée dans la bibliothèque de tous ceux qui s'intéressent au côté philosophique des phénomènes naturels intervenant dans les manifestations de l'activité humaine.

A. Müntz.

Coutagne (G.), *Licencié ès sciences naturelles.* — **Recherches sur le polymorphisme des Mollusques de France.** — 1 *vol. in-8° de* 228 *pages. A. Côte, éditeur*, 8, *place Bellecour. Lyon*, 1895.

Ce mémoire offre cet intérêt de montrer combien vagues et conventionnelles sont les limites assignées à l'espèce, combien arbitraires les distinctions d'*espèce* et de *race*. L'auteur s'est livré, à ce sujet, à l'examen minutieux d'une multitude de formes rattachées, dans nos musées, aux mêmes espèces, et de provenances différentes. Les variations qu'il signale dans la structure des échantillons ayant vécu dans des conditions différentes, dans le temps ou dans l'espace, méritent toute l'attention des naturalistes.

4° Sciences médicales.

Sabourin (Dr Ch.), *Ancien interne des Hôpitaux de Paris, Directeur de la Station climatérique de Vernet-les-Bains.* — **Traitement rationnel de la Phtisie.** — 1 *vol. in-12 de* 260 *pages* (*Prix : 4 fr.*). *G. Masson, éditeur. Paris.* 1896.

Ce livre pourrait avoir pour titre : « Comment on devient phtisique, ce qu'il faut faire pour ne pas donner sa maladie aux autres. » Il est dédié par l'auteur lui-même au public extra-médical.

En effet, autant naguère on évitait de parler de la maladie réputée incurable, et on en dissimulait la nature à ceux qui en étaient frappés comme à leur entourage, autant aujourd'hui on prend soin d'en dévoiler les moindres symptômes, et d'en dénoncer tous les dangers.

C'est que les notions acquises, depuis la découverte du bacille de Koch, ont permis de délimiter le fléau, de le circonscrire et de le combattre ; mais cette lutte ne peut avoir une issue favorable qu'avec la complicité du public extra-médical, tant par les institutions et règlements hygiéniques, que par la police spontanée faite par le bon sens populaire.

En ce temps de sérums curateurs, les gens du monde séduits par la simplicité du raisonnement, attendent la guérison de tous nos maux de cette méthode merveilleuse: la sérothérapie.

Les avortements retentissants des découvertes, récemment publiées comme devant guérir tous les phtisiques, n'ont pas éteint la foi, et il faut espérer que les travaux poursuivis de tous côtés donneront un jour les résultats attendus ; mais nous n'en sommes pas encore là, et puis, même alors, il s'en faudrait que tout fût dit.

La tuberculose miliaire aiguë, qui se comporte par ailleurs comme la diptherie (peu de microbes pathogènes, intoxication rapide de l'individu par les produits de sécrétion de ces microbes), serait seule à profiter de la sérothérapie.

Il n'en va pas de même de la phtisie pulmonaire évoluant d'une façon chronique, même dans ses formes relativement rapides : ici le diagnostic sera souvent encore porté alors que le bacille infiltré dans le parenchyme pulmonaire, y aura déjà produit des lésions destructives assez étendues; en admettant que le sérum tue rapidement les bacilles existant dans les tissus, son action sera transitoire, et il restera un terrain prédisposé comme avant à cultiver ce même bacille dès qu'il le rencontrera, et l'occasion est fréquente.

Il restera aussi des lésions, pertes de substance résultant de l'action nécrosante du micro-organisme, lésions qu'il faudra réparer progressivement.

Depuis qu'on connaît le bacille de Koch, on s'est évertué à trouver des substances médicamenteuses qui puissent aller le détruire dans l'intimité des tissus, ou tout au moins arrêter son développement : la multiplicité même de ces remèdes démontre leur peu d'efficacité. Les uns, poisons trop violents, ne peuvent être pris par le malade qu'à des doses insuffisamment actives; les autres ne sont que des modificateurs des sécrétions, et agissent seulement sur l'élément non spécifique de l'inflammation bronchique. M. Sabourin ne nous laisse aucune illusion à cet égard : dans la pharmacopée des phtisiques, il ne conserve que l'opium pour calmer les irritations locales et permettre le repos, et l'antipyrine dans des cas rares et bien déterminés.

Et cependant, loin de renoncer à traiter et à guérir les phtisiques, il nous donne l'assurance que la cure rationnelle de la phtisie, appliquée aux formes récentes, devrait donner 80 pour 100 de guérisons! On admet généralement aujourd'hui que les sanatoria donnent de 20 à 25 % de guérisons : l'écart entre les deux chiffres résulte en partie des manières différentes d'établir les statistiques; mais, en tous cas, nous

sommes loin de la léthalité fatale des tuberculeux!

Pour arriver à ce résultat, que faut-il donc faire?

Soumettre les phtisiques, aussitôt le diagnostic établi, à un traitement purement hygiénique qui consiste dans les trois préceptes suivants :

1° Vivre dans un air constamment pur, jour et nuit;

2° Supprimer toute fatigue intellectuelle et corporelle;

3° Prendre une alimentation saine et abondante.

Cela paraît bien simple au premier abord, mais ces préceptes ne valent que par une application méthodique et stricte qui ne s'obtient qu'au moyen d'une éducation parfaite du malade : or cette éducation ne peut lui être donnée suffisante que dans des établissements spéciaux, les *sanatoria*, dirigés par un médecin instruit et convaincu.

Il faut, en effet, tout lui apprendre à ce malade, tandis qu'autrefois on s'ingéniait à tout lui cacher de sa maladie. Il faut qu'il sache que le bacille tuberculeux répandu partout, surtout dans les grandes villes, ne s'est implanté et développé dans son organisme qu'en raison de ce qu'il y a trouvé un terrain préparé, une vitalité amoindrie; alors le phtisique se soumettra à toutes les mesures susceptibles de fortifier, d'améliorer cet organisme appauvri : il dormira à l'air libre, quelle que soit la température, sachant que l'air renfermé et vicié d'une chambre constitue le meilleur élément de culture pour les microbes; il vivra d'une vie végétative, sachant que tout effort est une dépense organique, et qu'il doit accumuler comme un avare; il surmontera toutes les répugnances pour la nourriture, sachant qu'il refait ainsi les éléments organiques vivaces qui étouffent les bacilles, et comprenant que chaque augmentation de poids est un pas vers la guérison.

Mais ce n'est pas tout : la discipline à laquelle il est soumis dans les établissements spéciaux, lui enseigne que le bacille, qu'il expectore dans ses crachats, est un danger pour lui-même, car, desséché par terre ou sur un mouchoir, il peut être réabsorbé par lui, et être une source de nouvelle infection dans ses poumons : aussi ne crache-t-il plus que dans un crachoir portatif fermé, et du même coup, il met ses voisins à l'abri de toute contagion. De telle sorte qu'on a pu dire que l'endroit où l'on peut se considérer le plus à l'abri de la tuberculose, c'est un sanatorium de phtisiques bien tenu.

Plus tard, après la sortie de l'établissement, les habitudes prises de propreté absolue, de destruction méthodique des crachats, se conserveront; et cet élément d'infection de la voie publique disparaissant de plus en plus, à mesure que plus de gens auront passé par une semblable école, le chiffre des contagions baissera dans d'énormes proportions.

Telle est la conviction qu'impose la lecture de l'excellent livre de M. Sabourin : malgré sa modeste dédicace aux gens du monde, il renferme bien des chapitres qui seront lus avec profit par les médecins, encore mal habitués à envisager la phtisie sous ce nouvel aspect.

Malheureusement, à côté du remède et de ses excellents résultats, l'auteur nous montre la difficulté de le mettre en pratique : les sanatoria sont rares partout, et surtout en France, et cette cure des phtisiques n'est encore applicable qu'aux seuls gens riches. Tandis qu'en Allemagne il s'en crée un peu partout, c'est à peine s'il en existe deux en France, et encore ne répondant pas à tout ce qu'on pourrait exiger d'eux.

Ce ne sont pourtant pas les localités favorables qui manquent : il ne s'agit pas d'aller chercher des points très élevés, et l'altitude est indifférente, pourvu seulement qu'elle permette d'avoir un air qui n'a pas été déjà vicié par des agglomérations humaines.

On peut donc installer des sanatoria pour phtisiques non seulement dans le Midi, où ils ne peuvent servir que l'hiver, mais encore dans les régions tempérées de l'Auvergne, des Alpes, des Vosges, etc.

Ce qu'il faut, c'est que le public soit suffisamment pénétré des nécessités dont nous venons de parler pour adopter l'idée de la cure rationnelle, et exiger la fondation des établissements spéciaux qui surgiront de terre dès qu'ils répondront à une demande.

Alors seulement on pourra espérer voir diminuer le triste fléau qui prélève annuellement un impôt de 150.000 victimes dans la seule population française.

Rien ne peut davantage contribuer à cette éducation du public que la vulgarisation d'un livre comme celui-ci, écrit avec une simplicité de termes qui le rend accessible aux ignorants, et une rigueur scientifique qui le fait nécessaire aux savants.

Dr Ray. DURAND-FARDEL.

Jayle (Dr F.). — La Septicémie péritonéale aiguë post-opératoire. — *1 vol. in-8° de 132 pages (Prix : 4 fr.) G. Carré, éditeur, 3, rue Racine, Paris, 1895.*

Les phénomènes de shock post-opératoire sont souvent encore confondus avec les accidents de septicémie subaiguë. M. Jayle a entrepris de faire leur différenciation : d'où un travail très intéressant dont nous regrettons de ne pouvoir ici que résumer les conclusions. Le shock détermine des accidents immédiats, toujours très rapides. La mort arrivant après le premier jour de l'opération n'est pas due au shock. Plus l'infection est aiguë, moins les lésions sont appréciables. Mais, même dans le cas de lésions invisibles, l'examen de la sérosité péritonéale montre toujours la présence de microbes pathogènes et en particulier du streptocoque. Les accidents dépendent de la virulence du microbe et de la résistance de l'opéré. Les agents infectieux sont apportés, le plus souvent, par les mains de l'opérateur, ou viennent d'une plaie voisine infectée, de l'ouverture d'un foyer virulent au cours de l'opération. Le pus même amicrobien peut être pernicieux : il joue le rôle d'irritant, et, s'il ne suffit à lui seul à provoquer la péritonite, il en favorise l'éclosion. La septicémie d'origine intestinale produite par le simple passage des agents pathogènes à travers l'intestin, n'est pas démontrée : les lésions des tuniques intestinales sont consécutives à la péritonite. La rapidité du pouls est le meilleur signe diagnostique de la péritonite. Comme elle amène souvent la mort, il faut essayer de lutter contre cette septicémie, suivant les cas, soit par des injections de sérum antitoxique, soit par la réouverture du ventre. A. LÉTIENNE.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 535e, 536e, 537e, 538e, 539e et 540e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

La Géographie et l'Histoire se partagent presque exclusivement les dernières livraisons parues de la Grande Encyclopédie. Nous signalerons particulièrement les monographies des départements français suivants : *Loire, Haute-Loire, Loire-Inférieure, Loiret, Loir-et-Cher, Lot, Lot-et-Garonne, Lozère*, dues à la plume de M. A. M. Berthelot et illustrées de magnifiques cartes en couleurs dont l'éloge n'est plus à faire; M. Berthelot a donné, en outre, dans ces mêmes livraisons une intéressante description de la ville de *Londres* (avec plan et reproductions des principaux monuments). Au point de vue historique, nous citerons les biographies des rois et princes du nom de *Louis*, dues à MM. Berthelot, Barroux, Weill, Pellissier, Courteault, Petit-Dutaillis et H. Monin; la biographie de *Louvois*, par M. H. Monin; l'histoire du duché de *Lorraine*, par M. E. Beaulieu; l'histoire du Musée du *Louvre* et son organisation actuelle par M. Trawinsky; la biographie de Ch. *Loyson*, dit le Père Hyacinthe, par M. E. H. Vollet. Enfin, M. Planiol a consacré un article au *louage*, en droit civil actuel, et M. Joannis a fait l'étude physique de la *loupe*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Janvier 1896.

M. **Chatin** est élu vice-président pour l'année 1896. — MM. **Fizeau** et **Daubrée** sont nommés membres de la Commission centrale administrative pour l'année 1896. — M. **Marey**, président sortant, fait connaître l'état où se trouve l'impression des recueils publiés par l'Académie et les changements survenus parmi les membres et les correspondants pendant le cours de l'année 1895. — M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte quelle vient de faire dans la personne de M. **John-Russel Hind**, correspondant de la Section d'Astronomie. — MM. **Bertrand**, **Sarrau**, **Daubrée**, **Moissan**, **Damour**, **Laussedat** sont nommés membres de la Commission chargée de présenter une liste de candidats à la place d'académicien libre, laissée vacante par le décès de M. Larrey. — MM. **J. Carpentier** et **Javal** posent leur candidature comme membe libre. — La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de Pasteur: 1° MM. **Marcel Bertrand** et **Michel Lévy**, 2° MM. **Barrois** et **de Lapparent**.

1° Sciences mathématiques. — M. Tisserand lit une notice sur les travaux astronomiques de M. **Hind**; il rappelle les dix planètes et les nombreuses étoiles variables découvertes par ce savant, ainsi que sa démonstration du sens rétrograde du mouvement du satellite de Neptune. — M. **René de Saussure** adresse, de Washington, deux mémoires portant pour titre : Interprétation géométrique des équations à deux variables complexes et Essai de géométrie de l'espace réglé et de son application à la théorie du mouvement des corps solides. — M. **Flamant** combat la modification de la règle grégorienne proposée par M. Auric pour corriger la différence qui existe entre l'année grégorienne moyenne et l'année solaire. L'auteur conserve la règle grégorienne avec cette seule modification que les années séculaires dont le millésime divisé par 100 est multiple de 32 ne seront pas bissextiles. — M. **G. Kœnigs** considère un système d'équation différentielle :

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n),$$

et l'intégrale n-*uple* :

$$I = \overbrace{\int\int\ldots\int}^{n} M(x_1, x_2, \ldots x)\, \delta x_1\, \delta x_2 \ldots \delta x$$

et montre tout le parti que l'on peut tirer d'un invariant intégral I, connu *a priori*, I étant un invariant intégral quand M est un multiplicateur des équations (1). — M. **Michel Petrovitch** adresse une note sur un mode de décomposition des intégrales définies en éléments simples. Cette décomposition permet d'exprimer les fonctions méromorphes doublement périodiques à l'aide d'intégrales définies ne portant que sur des combinaisons rationnelles et d'exponentielles avec les limites d'intégration $+\alpha$ et $-\alpha$.

2° Sciences physiques. — M. **André Schœffer** adresse une note sur les ballons dirigeables. — M. **G. Quesneville** adresse une note intitulée : Sur la rotation du plan primitit de polarisation dans la lumière convergente. — M. **André Delebecque** a étudié les lacs du littoral landais et des environs de Bayonne ; leur profondeur n'excède pas 5 mètres; ils contiennent 0 gr. 281 de résidu sec par litre, résidu constitué surtout par du chlorure de sodium dont l'existence ne peut s'expliquer, ni par des infiltrations d'eau de mer, ni par l'apport des affluents, mais plutôt par entraînement, à l'aide des vents d'ouest, du chlorure de sodium de l'eau de la mer située à 5 kilomètres. — M. **Th. Moureaux** a déterminé la valeur absolue des éléments magnétiques au premier janvier 1896, déduites de la moyenne de toutes les valeurs horaires relevées pendant les journées du 31 décembre et du 1er janvier ; ces valeurs absolues ont été déterminées à l'observatoire du parc Saint Maur et à celui de Perpignan. L'auteur donne la variation séculaire pendant l'année. — M. **V. Thomas** a repris l'étude des composés d'addition du peroxyde d'azote avec les sels halogènes d'étain. L'auteur, en opérant en solution chloroformique, a pu obtenir les composés :

$$SnOCl^2.3SnCl^4.Az^2O^5, \quad SnO^2.3SnOBr^2.Az^2O^5, \quad Sn^5O^{11}.(AzO^3)^2.4H^2O$$

en partant des térachlorure, tétrabromure et tétraiodure d'étain. — M. **Œchsner de Coninck** a soumis un certain nombre de composés à l'action du réactif Leconte. Beaucoup de composés amidés sont détruits : la benzamide, la phtalimide, la salicylamide, les acides amidobenzoïques ; ces derniers sont détruits avec des vitesses et dans des proportions différentes qui peuvent être utilisées pour les distinguer. — M. **Balland** établit que les blés donnent aujourd'hui à peu près les mêmes rendements en farines panifiables suivant le mode de traitement. La mouture romaine et la mouture Pigeault pratiquées au XVIe siècle conduisaient aussi à la même proportion de farine. La valeur nutritive des farines a augmenté beaucoup par suite des procédés plus perfectionnés pour effectuer la séparation, de sorte qu'en fait le rendement utile a subi un accroissement notable. Les farines blutées à 75 % donnent un pain suffisamment blanc de bonne qualité et supérieur au pain de luxe comme valeur nutritive. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. Lannelongue traite l'anévrysme cirsoïde du cou, de la face, du plancher de la bouche et de la langue par la méthode *sclérogène* en injectant dans les tissus adjacents à la tumeur trois ou quatre gouttes de chlorure de zinc au dixième, qui amène l'inflammation des parois vasculaires ; les parois artérielles ou veineuses s'épaississent et il se produit de la sclérose. — MM. **Babes** et **Proca** indiquent les excellents résultats qu'ils ont obtenus dans la sérothérapie de la tuberculose. Le procédé consiste dans le traitement des animaux par des doses croissantes de tuberculine aviaire d'abord, de bacilles aviaires, de tuberculine humaine et de cultures atténuées ou mortes de tuberculose humaine, en ayant soin de continuer l'injection de tuberculine même après l'inoculation des bacilles vivants. — M. **A. Pizon** a étudié les membranes embryonnaires et les cellules de rebut chez les Molgules. Les enveloppes de l'œuf de ces animaux ne présentent pas de différences essentielles avec celles que l'on connaît chez les autres Ascidies simples et les Ascidies composées, et c'est à tort que d'anciens travaux nient la présence de cellules de rebut chez ces Tuniciers. — M. **Gruvel** a étudié la branchie de *Tetraclita porosa* (Cirrhipède). — M. **Ray** donne un ensemble d'observations faites sur deux champignons appartenant aux genres *Mucor* et *Trichoderma*, le second vivant en parasite facultatif sur le premier. — M. **E. A. Martel** a examiné au point de vue géologique le gouffre de Gaping-Ghyll (Angleterre). Sa nature confirme les recherches précédentes à savoir que, dans les terrains fissurés, les eaux souterraines sont absorbées par les abîmes, emmagasinées par les cavernes et restituées par les sources.

J. Martin.

Séance du 13 Janvier 1896.

M. **Marcel Bertrand** est élu membre de la Section de Minéralogie en remplacement de feu M. Pasteur. — M. le Secrétaire perpétuel annonce que l'auteur du manuscrit auquel a été accordé le deuxième prix Gay est M. **Ad. Nicolas**.

1° Sciences mathématiques. — M. **Callandreau** adresse ses observations de la nouvelle planète CH Charlois (8 janvier), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'est). — M. **Rossard** communique ses observations de la planète CH Charlois, faites à l'équatorial de 0 m. 25 de l'Observatoire de Toulouse. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage intitulé : *Tables de mortalité*, publié par le Comité des Compagnies d'assurances à primes fixes sur la vie. — M. **Emile Borel**, qui a indiqué récemment comment on peut étendre la notion de somme à une classe étendue de séries divergentes, donne une généralisation de la notion de limite pour une série sommable. Cette notion nouvelle permet de donner aux caractères de sommabilité des séries divergentes des énoncés rappelant ceux de certains caractères de convergence. En particulier : si une série ordonnée suivant les puissances croissantes de la variable z est sommable pour $z = z_0$, elle est sommable ainsi que toutes ses dérivées, pour $z = \rho z_0$, ρ étant un nombre positif quelconque inférieur à 1. — M. **Chabert** adresse la description d'un bolide observé à Chambéry le 6 Janvier.

2° Sciences physiques. — M. **Bouquet de la Grye** entretient l'Académie des travaux hydrauliques exécutés en Bosnie-Herzégovine d'après le rapport officiel de M. Philipp Baillif et dépose un volume, publié par le Gouvernement autrichien, donnant l'ensemble des observations météorologiques faites en 1894 dans trente stations de la Bosnie et de l'Herzégovine. — M. **E.-H. Amagat** a étudié les variations du rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz acide carbonique, hydrogène et air. Les variations de $N = AT \frac{dp}{dt} \frac{dv}{dt}$ sont infiniment moindres pour l'air et l'hydrogène que pour l'acide carbonique, quoique le maximum existe encore pour l'air vers 350 atmosph. et même aussi pour l'hydrogène. Pour l'hydrogène, à partir de la pression au delà de laquelle les variations de N et de C seront de même sens, le rapport $\frac{C}{c}$ doit extrêmement peu varier. On peut induire de l'ensemble des résultats, que, pour tous les gaz, les variations de C et de N diminuent progressivement quand la température s'élève et aussi quand la pression croît à partir du voisinage de l'ordonnée minima, et que, par suite, le rapport des deux chaleurs spécifiques tend à devenir de plus en plus constant quand on s'avance vers cette région des réseaux où les isothermes ont une courbure à peine sensible et sont presque parallèles. — M. **Ch. V. Zenger** envoie la deuxième partie de ses études de physique moléculaire. L'auteur montre comment la loi générale de condensation de la matière peut être appliquée : 1° à reconnaître les éléments chimiques polymorphes et à les distinguer des éléments nouveaux; 2° à calculer les formes cristallines fondamentales des éléments chimiques; 3° à étudier les formes cristallines des combinaisons chimiques analogues et isomorphes. — MM. **G. Hermite** et **G. Besançon** adressent une note sur l'ascension à grande hauteur du ballon explorateur l'*Aérophile*, le 20 Novembre 1895. — M. **J. Fényi**, après avoir montré que les hautes protubérances apparaissent dans le vide et que l'observation elle-même exige que le vide existe, fait voir que les protubérances ordinaires doivent être également dans un état semblable de dissipation bien qu'elles soient plongées dans la véritable atmosphère solaire. — M. **G. Jaumann** prétend que l'équation générale de M. Poincaré à laquelle satisfont les rayons cathodiques, ne peut donner la direction de propagation de ces rayons. Les surfaces d'onde sont déviées par l'aimant ; il devient alors difficile de comprendre comment la direction et la vitesse des rayons seraient indépendantes de la force magnétique. — M. **Poincaré** développe le calcul montrant que les rayons suivent les lignes de force et par conséquent que les hypothèses de M. Jaumann sont insuffisantes. — M. **H. Bagard** a constaté que le phénomène de Hall se manifeste à un haut degré dans les dissolutions; un champ magnétique très faible produit une déviation très notable des lignes équipotentielles dans une lame liquide d'une épaisseur relativement considérable (1 mm. 6), traversée par un courant de quelques centièmes d'ampère. — M. **J. Violle** propose un nouvel étalon photométrique constitué par une lampe à l'acétylène. Le pouvoir éclairant de ce dernier gaz est supérieur à vingt fois celui du gaz de houille brûlé dans un bec Bengel et encore au moins six fois celui d'un même bec de gaz de houille dans un bec Auer. La flamme de l'acétylène possède une intensité actinique qui sera d'un usage précieux pour la photographie. — M. **H. Le Châtelier** a déterminé la chaleur de formation de quelques composés de manganèse à l'aide de la bombe calorimétrique. Ces composés sont brûlés et amenés à un état final bien déterminé par l'addition de charbon.

$$3Mn + 4O = Mn^3O^4 + 164 \text{ cal.}$$
$$3Mn + C = Mn^3C + 5 \text{ cal. } 2$$
$$Mn + O = MnO + 45 \text{ cal. } 4$$
$$Mn + 5O = MnO^2 + 63 \text{ cal.}$$

M. **Tassilly** a préparé les iodures de strontium et de calcium $SrI^2.7H^2O$ et $CaI^2.8H^2O$ et déterminé leurs constantes thermiques. — MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault** ont étudié les aldéhydes obtenues par oxydation 1° du licaréol; 2° du licarhodol; 3° du lémonol (géraniol). Ces aldéhydes ont été caractérisées par leur combinaison avec la semicarbazide; elles sont identiques avec les aldéhydes isomériques retirées du lémonol. — M. **Tanret** a pu préparer l'isodulcite β, celle dont le pouvoir rotatoire est stable en solution; elle cristallise en fines aiguilles prismatiques ($\alpha_D = HO°2°$), chauffée à 90° elle se transforme en isodulcite γ avec perte de 1/2 H^2O ($\alpha_D = +20°$). L'isodulcite anhydre répand de l'eau à l'air humide et se transforme partiellement en isodulcite α. L'existence de ces diverses formes rend compte de la multirotation de l'isodulcite. — M. **E. Solvay**, à propos de la production mécanique des températures extrêmes, revient sur le rôle important des enveloppes vides d'air, employées, il y a 23 ans par M. Dewar dans des expériences calorimétriques et appliquées plus tard, par M. Cailletet, à la science frigorifique. — M. **E.-A. Martel** établit à la suite de diverses observations, qu'il n'est pas exact de considérer la températures des cavités souterraines naturelles et des eaux comme universellement égale à la température annuelle moyenne du lieu.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** étudie la dépense énergétique respectivement engagée dans le travail positif et le travail négatif des muscles, d'après les échanges respiratoires; les mesures thermométriques avaient démontré que le travail négatif du muscle développe moins de chaleur que le travail positif correspondant. L'auteur montre les applications à la vérification expérimentale de la loi de l'équivalence dans les transformations de la force, chez les êtres organisés. — M. **Perrin** étudie le carpe des *Anoures* en partant de ce principe que les organes homologues ont entre eux des rapports constants, et l'auteur parvient à établir l'homologie des os en déterminant celle des muscles qui s'y insèrent. Le squelette de la main chez les Anoures diffère de celui des Urodèles par l'absence d'un central libre et par la présence d'un doigt supplémentaire. — M. **E. Mer** explique la formation des duramens dans les essences feuillues en montrant que c'est, à la fois, à la grande quantité de tanin qu'il renferme et à l'énergie avec laquelle ses fibres le fixent,

que le bois parfait du chêne est redevable des qualités qui le distinguent, non seulement de son aubier, mais encore du bois parfait des autres essences indigènes. — M. G. **Fabre** signale dans le Gard une nouvelle station de *Pin Laricio*. — M. G. **Fabre** étudie les glaciers pliocènes dans les montagnes d'Aubrac. Dans le bassin supérieur du Bèz on trouve les traces d'un glacier qui devait être limité par le plateau basaltique d'Aubrac et par le massif granitique du Gévaudan. Les formations glaciaires qu'on y rencontre sont antérieures au creusement définitif des vallées et par conséquent datent du pliocène supérieur. J. MARTIN.

Séance du 20 Janvier 1896.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. **Marcel Bertrand** dans la Section de Minéralogie. — M. **Rouché** est présenté en première ligne et MM. **Carpentier, Javal, Lauth, Linder, de Romilly**, en deuxième ligne pour la place d'académicien libre en remplacement de M. Larrey.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Emile Picard** appelle l'attention sur deux invariants nouveaux dans la théorie générale des surfaces algébriques; ces invariants trouvent leur origine dans un problème traité antérieurement (*Comptes Rendus*, 1894). — M. **Angelus Sic** adresse un mémoire relatif au calcul de la surface du cercle. — M. G. **Kœnigs** examine le problème des variations relatives aux intégrales doubles et précise le rôle de l'équation de Laplace, à invariants égaux, à laquelle ont été conduits M. Picard et M. Kurschak dans cette étude; il montre, en outre, qu'il existe des liens très étroits entre ce problème des variations et celui de la déformation infiniment petite d'une surface. Par exemple, l'équation qui correspond aux surfaces minima et dont on possède l'intégrale générale, correspond à une infinité de problèmes de variation que l'on pourra effectivement former et intégrer. — M. **Marcellin Duplaix** adresse une note sur les abaques des efforts tranchants et des moments de flexion développés dans les poutres à une travée par les surcharges du règlement du 29 août 1891 sur les ponts métalliques. — M. **Mirinny** envoie un mémoire sur la solution tropomique de l'équation du cinquième degré. — M. **Ch. Deiss** expose un nouveau mode de détermination de la parallaxe du soleil. — M. **Lippmann** s'est proposé de supprimer les perturbations qui se produisent toujours quand un pendule est attelé à une horloge, les forces de frottement et les impulsions transmises au pendule par l'ancre qui lui est attachée modifiant son mouvement et produisant des perturbations toujours appréciables. L'auteur établit d'abord la théorie de son appareil en se fondant sur le théorème suivant : Pour qu'une impulsion instantanée, considérée isolément, ne produise aucune perturbation, il faut et il suffit qu'elle ait lieu exactement au moment où le pendule passe par sa position d'équilibre; puis il décrit deux dispositifs, l'un électrique, l'autre mécanique, résolvant complètement le problème.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Delaurier** adresse un mémoire sur un projet de navigation aérienne par un nouvel aéronef. — M. G. **Quesneville** envoie une note intitulée : « Forme générale de la différence de marche dans la réfraction elliptique du quartz. » — M. **Amagat** ayant reçu de M. Witkonski, de Cracovie, le résumé d'un travail qu'il vient de publier relativement à la chaleur spécifique C de l'air entre 0° et — 140° et sous des pressions s'élevant jusqu'à 140 atm., compare ses résultats avec les précédents. Les lois reconnues par l'auteur sur les chaleurs spécifiques des gaz et les propriétés des isothermes sont bien générales et s'étendent à ces déterminations faites à basse température. — M. **Swingedauw** a reconnu que l'influence du mode de charge de l'excitateur modifiait la valeur du potentiel explosif en présence de la lumière ultra-violette : L'abaissement du potentiel explosif dynamique d'un excitateur éclairé par la lumière ultra-violette est notablement supérieur à l'abaissement du potentiel explosif statique. L'auteur a vérifié expérimentalement cette loi en s'appuyant sur les propositions suivantes : 1° Les potentiels statique et dynamique d'un excitateur placé à l'abri des radiations ultra-violettes sont égaux entre eux. 2° Le potentiel explosif correspondant à la distance critique de l'excitateur non éclairé est le potentiel maximum auquel la décharge peut amener les pôles de l'excitateur. — M. **Gaston Seguy** donne la description d'un tube de Crookes de forme sphérique, montrant la réflexion des rayons cathodiques par le verre et le métal. — M. **E. M. Lenseray** donne une interprétation géométrique des formules de Fresnel dans le cas de la réflexion et de la réfraction vitreuses de la lumière polarisée. — M. **A. Baudouin** adresse une note relative à l'état de l'eau dans les nuages. — MM. **Oudin et Barthélemy** communiquent une photographie des os de la main obtenue à l'aide des X-Strahlen de M. Rœntgen. — M. **P. Parmentier** a cherché à vérifier si les courbes de solubilité de la modification allotropique de l'hyposulfite de soude ordinaire et du sel surfondu se coupent à 32° comme cela se passe pour le sel ordinaire. Le phénomène est plus complexe que ne l'a indiqué M. Bruner; il se produit entre les trois corps, sel anhydre, eau et alcool servant de dissolvant, des phénomènes d'équilibre très nets mais complexes; en outre il se produit divers hydrates qui doivent entrer en ligne de compte dans l'étude du phénomène. — MM. **Marie et R. Marquis** ont repris l'étude des nitrosulfures de fer dont ils indiquent un nouveau mode de préparation, lequel consiste à faciliter l'introduction du groupe AzO par la décomposition de l'azotite de soude par l'acide carbonique en présence du sulfure de fer. Le composé obtenu a pour formule brute $Fe^3S^2Az^3O^6$ que les auteurs développent de la façon suivante :

$$AzO^2 - Fe \begin{cases} S \begin{cases} Fe = (AzO)^2 \\ \\ Fe = (AzO)^2 \end{cases} \\ S \end{cases}$$

M. **A. Besson** a étudié l'action du chlorure de carbonyle sur le bromure et l'iodure de phosphonium et sur les hydrogènes sulfuré et sélénié. Les réactions peuvent s'exprimer avec les deux premiers corps par les deux formules suivantes :

$$6PH^4Br + 5COCl^2 = 10HCl + 6HBr + 5CO + 2PH^3 + P^4H^2$$
$$4PH^4I + 8COCl^2 = 16HCl + 8CO + P^2I^4 + 2P.$$

M. **J. Meunier** a repris l'étude de l'action de l'aldéhyde trichlorée sur le glucose; il a obtenu, outre le chloralose signalé par Heffter, Hauriot et Petit, le dichloral-glucose et le monochloral-glucose de formule $C^6H^{10}O^4(OC^2Cl^3)^2$ et $C^6H^9O(OC^2Cl^3)$. Le zinc et l'acide acétique bouillant les réduisent tous deux en donnant une matière réductrice de la liqueur cupropotassique dont l'auteur poursuit l'étude. — M. **E. Henry** a étudié le poids et la composition de la couverture morte des forêts, il conclut : 1° Le poids de la couverture dans les taillis sous futaie passe par un minimum peu après l'exploitation, puis s'élève progressivement jusque vers l'âge de 10 ans, à partir duquel il est à peu près constant jusqu'à l'exploitation suivante, oscillant autour de 5.500 kilos de substance sèche à l'hectare. 2° Dans les vieux peuplements de futaie de la même forêt, ce poids atteint de 7.000 à 8.000 kilos. 3° Les branches entrent dans ce chiffre pour une part importante qui peut varier du quart à la moitié du poids total. 4° La couverture équivaut à une fumure de 542 kilos de cendres pures avec 22 k. 8 d'acide phosphorique, 12 k. 4 de potasse et 182 k. de chaux, et de 20 dans un taillis en sol calcaire. — MM. **Dehérain et Demoussy** ont organisé un ensemble d'expériences sur la circulation de l'air dans le sol : 1° Une terre présente au passage de l'eau et de l'air une résistance d'autant plus grande qu'elle est plus fine. 2° La quantité d'eau retenue

par la terre diminue à mesure que les afflux d'eau, à travers cette terre, ont été plus nombreux. Les auteurs tirent de ces expériences quelques indications utiles et conseillent aux cultivateurs des terres fortes, quand ils voient, après de grandes pluies, l'eau séjourner dans leurs sillons et leur terre devenir imperméable, d'y incorporer de la marne ou de la chaux pour y assurer la libre circulation de l'eau et de l'air. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. **Chauveau** expose que le travail négatif dépense le moins pour deux raisons : 1° il fait l'économie de l'effort musculaire qui, dans le cas de travail positif, opère le *déplacement* de la charge. C'est, en effet, la pesanteur seule qui déplace celle-ci, dans le cas de travail négatif. 2° Une économie de même ordre et de même valeur résulte de l'allègement du *soutien* de la charge par le muscle, pendant qu'elle est ainsi entraînée de haut en bas sous l'action de la pesanteur. Des expériences instituées par l'auteur, il conclut que le travail mécanique exécuté par les muscles n'exige, pour sa production en propre, c'est-à-dire pour le soulèvement même des charges, qu'une dépense énergétique équivalente à la valeur de ce travail. C'est la loi de l'équivalence démontrée. — M. A. **Sabatier** présente un travail sur la morphologie des membres chez les Poissons osseux. — M. A. **Lacroix** démontre, par l'étude minéralogique, la nature volcanique des tufs de Ségalas (Ariège), qui sont constitués par des projections de labradorite. — M. **Bleicher** signale la découverte d'un gisement de terrain tertiaire terrestre fossilifère dans les environs de Liverdun (Meurthe-et-Moselle). Ce gisement, qui contient des Cervidés et de petits mammifères, doit être considéré comme tertiaire, peut-être pliocène. Ce serait là la première preuve authentique de la formation de dépôts purement continentaux et terrestres, à cette époque, dans l'est de la France. J. MARTIN.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Janvier 1896.

MM. **Laborde** et **Charrin** font une comparaison entre les hémorrhagies protubérantielles provoquées par injection de toxine pyocyanique chez le lapin et celles produites expérimentalement à l'aide d'un poinçon. — MM. **Gley** et **Charrin** montrent les résultats de la seconde génération de lapins dont les générateurs avaient reçu des doses faibles de toxine pyocyanique. — MM. **Gilbert** et **Fournier** communiquent leurs recherches relatives à la culture du pneumocoque sur le sang défibriné de l'homme, du chien, du lapin et du cheval. — M. **Arloing** a observé, à la suite d'une injection intra-veineuse de vaccin chez le cheval, une éruption vésico-pustuleuse généralisée, à poussées fébriles, ressemblant à la variole normale ; c'est peut-être une forme de transition entre la variole et la vaccine. — M. **Ettlinger** rapporte trois observations de méningite tuberculeuse avec lésions des méninges rachidiennes. — M. **Rénon** a constaté que les spores d'*aspergillus fumigatus*, introduites dans l'organisme par la voie veineuse ou la voie gastrique, peuvent produire des lésions intestinales semblables à celles de la tuberculose. — M. **Nageotte** considère les lésions décrites par M. de Massary comme très disparates et pense qu'aucune d'elles ne peut être identique à la lésion très caractéristique qu'il a décrite dans le tabes. — M. L. **Lévi** a étudié l'état des réflexes patellaires dans les affections hépatiques ; les différences trouvées sont expliquées, suivant l'auteur, par des degrés divers d'auto-intoxication. — M. **Lépine** fait une étude critique des procédés de dosage de l'acidité urinaire ; celui qui lui paraît exposer le moins à l'erreur est l'alcalimétrie par la potasse. — M. **Rodet** envoie une note sur les blessures expérimentales du cœur. — M. **Dubois** adresse une note sur l'action de l'extrait de capsule surrénale. — M. **Chanson** rapporte certains accidents produits par les Ascarides ; ce phénomène peut être comparé à l'intoxication par les moules.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 15 Janvier 1896.

M. **Klobb**, en faisant agir le chlorure de valéryle sur les éthers cyanacétiques sodés, d'après la méthode employée par M. Haller pour les homologues inférieurs, a obtenu les valérylcyanacétates de méthyle et d'éthyle :

$$C^4H^9-CO-CH\begin{cases}CAz\\COOCH^3\end{cases}$$

et

$$C^4H^9-CO-CH\begin{cases}CAz\\COOC^2H^5\end{cases}$$

Pour purifier ce dernier, il faut le refroidir à —30° et séparer les portions restées liquides. La fonction acide est tellement marquée dans ces dérivés qu'ils attaquent les métaux avec dégagement d'hydrogène. M. Klobb a pu ainsi préparer directement des sels de fer, zinc, magnésium et cuivre. Bouillis avec de la potasse, ces éthers se scindent en acides valérique, acétique, carbonique, alcool et ammoniaque. Par ébullition prolongée avec l'eau, ils donnent 1 °/o environ d'un corps cristallin blanc $C^{14}H^{20}Az^2O$ qui paraît dériver de deux molécules du nitrile $C^4H^9COCH^2CAz$ par soustraction d'une molécule d'eau. — M. **Petit** : Action de la diastase sur l'amidon. On fait réagir une infusion de malt à froid sur un empois d'amidon à une température constante, jusqu'à disparition de réaction à l'iode. On arrête toute saccharification ultérieure par addition d'acide salicylique. Le maximum de maltose a lieu à 47°. Le pouvoir rotatoire rapporté à 1 gr. de dextrine dans 100cc est minimum à 47°, passe par un maximum à 67-68°, point auquel la proportion de maltose diminue rapidement. — Ainsi que l'a déjà montré M. **Haller** dans une précédente communication, les éthers acylcyanacétiques de la forme :

$$C^nH^{2n+1}CO-CH\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases}$$

se combinent à deux molécules de phénylhydrazine pour former des composés représentés par la formule générale :

$$\begin{array}{c}C^nH^{2n}COH-CH\begin{cases}CAz\\COOR\end{cases}\\ \quad\;\;|\qquad\;\;|\\ C^6H^5Az^2H^3\quad H^2AzAzHC^6H^5\end{array}$$

composés dans lesquels la forme tautomère :

$$C^nH^{2n}-COH-CH\begin{cases}CAz\\COOR\end{cases}$$

faisant ressortir deux fonctions acides, a été attribuée aux éthers primitifs. Les benzoylcyanacétates de méthyle et d'éthyle :

$$C^6H^5-CO-CH\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases}$$

l'éther cyanomalonique :

$$CH\begin{cases}CAz\\(COOC^2H^5)^2\end{cases}$$

traités par de la phénylhydrazine, se combinent également à deux molécules de cette base pour donner naissance aux composés suivants :

$$C^6H^5-CO-CH\begin{cases}CAz\\COOCH^3\end{cases}+2Az^2H^3C^6H^5$$

Aiguilles fondant à 96—98°

$$C^6H^5-CO-CH\begin{cases}CAz\\COOC^2H^5\end{cases}+2Az^2H^3C^6H^5$$

Croûte cristalline fondant à 80°

$$CH\begin{cases}CAz\\(COOC^2H^5)^2\end{cases} + 2Az^2H^3C^6H^5$$

Précipité blanc fondant à 127°

Tous ces corps se déposent facilement quand on essaie de les faire cristalliser. Abandonnés à eux-mêmes, ils brunissent et s'altèrent spontanément. Parmi les produits de décomposition des deux premiers, on a isolé de la benzoylphénylhydrazine fondant à 168°. La constitution de ces trois acides méthiniques ne se prête pas à l'interprétation que M. Haller a donnée des combinaisons analogues formées avec les éthers acylcyanacétiques de la forme :

$$C^nH^{2n+1}-CO-CH\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases}.$$

A moins de détacher un atome d'hydrogène du noyau benzénique, il est en effet difficile de trouver une formule tautomère des éthers benzoylcyanacétiques; la difficulté est encore plus grande quand il s'agit de l'éther malonique. — **MM. Guntz et Férée** ont mesuré la chaleur de dissolution dans HCl étendu de manganèse pyrophorique, obtenu par distillation dans le vide à 300° de l'amalgame de manganèse, et de ce même manganèse calciné au rouge sombre. Ils ont trouvé que :

Mn pyrophorique dissous dans HCl (1 éq.=21.) + 53c,2
Mn calciné..... + 52c,0

Thomson avait trouvé pour Mn fondu :

Mn fondu, dissous..... + 49c,37

Cette différence de près de 4 calories explique les affinités plus énergiques du manganèse pyrophorique. — **M. Guyot** a reproduit la tolylphénylphtalide de Pechmann par condensation des chlorures des acides benzoyl-o-benzoïque et toluyl-o-benzoïque respectivement avec le toluène ou le benzène en présence du chlorure d'aluminium. Les produits préparés par les deux procédés sont identiques et donnent par saponification et réduction le même acide p. tolyl diphémylméthane o-carbonique, composé bien cristallisé, fondant à 172° et qui se forme encore par condensation du toluène avec la monophénylphtalide. M. Guyot fait remarquer à cette occasion que l'acide obtenu par Gresly en condensant le benzène avec la monotolylphtalide, et que cet auteur considère comme un acide tolyldiphénylméthane o-carbonique, n'est autre que l'acide triphénylméthane o-carbonique de Bœyer, avec lequel il a pu être complètement identifié. Il se produisait donc, dans la réaction de Gresly, une substitution du radical tolyle par le radical phényle. M. Guyot décrit ensuite l'oxanthranol correspondant à la tolylphénylphtalide. C'est un corps bien cristallisé, fondant à 212° et dont les solutions sulfuriques présentent la coloration rouge violacée caractéristique de ce groupement.

A. Haller.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES NATURELLES

G. Lowell Gulland : **Sur les leucocytes granuleux.** — Les leucocytes dont on veut étudier la structure microscopique doivent être fixés par un réactif; le meilleur est le sublimé; la dessiccation ne peut être employée ici, parce qu'elle fait disparaître les détails de la structure. Il est impossible de diviser les leucocytes en deux variétés, l'une hémale, l'autre cœlomique, car (1) les lymphocytes précèdent toutes les autres formes; (2) il n'y a pas de leucocytes dans le sang dans les premiers temps de la vie fœtale; (3) les leucocytes passent sans cesse du sang dans le tissu connectif et *vice-versa;* (4) la reproduction mitolique des leucocytes a lieu presque entièrement dans le tissu adénoïde. C'est leur taille seule qui empêche les grandes cellules hyalines, éosinophiles et basophiles, d'apparaître dans le sang. Les observations d'Heidenhain sur la position relative du noyau et des centrosomes sont exactes; mais la théorie de l'égalité originelle des rayons organiques ne se vérifie pas. Les filaments principaux du mitoma sont réunis à chaque microsome par des filaments secondaires. Le noyau n'est pas libre dans les espaces inter-filamentaires, mais son réseau intérieur est uni au cytomitoma, et il se produit peut-être entre eux en une certaine mesure des échanges de parties. Cela expliquerait la variété des arrangements de la chromatine nucléaire et la coordination des mouvements du corps cellulaire et du noyau. La forme du noyau n'est pas en relation avec la présence ou l'absence de granulations dans le corps cellulaire; elle dépend (1) des dimensions relatives du corps cellulaire et du noyau (conformément à la loi d'Heidenhain); (2) de la position des centrosomes; (3) de l'état de repos ou de mouvement de la cellule. Toutes les variétés de leucocytes représentent simplement des stades divers du développement d'un tissu. On peut, pour la commodité, et en prenant pour criterium la présence ou l'absence de granulations, les diviser en trois groupes principaux : leucocytes hyalins, acidophiles et basophiles. Ces formes dérivent toutes des lymphocytes, qui sont les cellules filles provenant du mitosis de tous les leucocytes à l'exception des très grands types granuleux. Les lymphocytes se développent en petits leucocytes hyalins, d'où dérivent les trois groupes mentionnés ci-dessus : 1° Les cellules peuvent demeurer *hyalines :* elles atteignent leur développement maximum dans des formes telles que les grands phagocytes du tube digestif ou les cellules géantes de la moelle des os. Dans ce cas, elles conservent des mouvements amiboïdes lents et paresseux; leurs centrosomes sont très nets, tandis que le cytomitoma et les microsomes, même lorsqu'ils sont visibles, ne sont pas aisés à découvrir. 2° Dans le groupe *acidophile* sont comprises les cellules dites neutrophiles et amphophiles, qui sont en réalité oxyphiles, et les cellules éosinophiles ou grossièrement granuleuses. Dans les formes de transition, intermédiaires aux petites cellules hyalines et aux cellules oxyphiles, le mitoma du corps cellulaire devient plus visible, et c'est cela plutôt que la présence de granulations qui leur donne tout d'abord un aspect finement granuleux. Les granulations sont ici simplement les granulations du mitoma. Dans les formes de transition intermédiaires aux cellules oxyphiles et aux cellules éosinophiles, quelques-uns des microsomes deviennent plus grands et se colorent mieux que les autres par les réactifs acides et la ferro-hématoxyline, et, quand apparaissent les grandes cellules éosinophiles, les filaments du mitoma s'épaississent et prennent à leur tour la ferro-hématoxyline. Les microsomes des cellules éosinophiles varient beaucoup de grandeur; ils sont disposés subradiairement, les grands microsomes placés d'ordinaire à la périphérie. Dans ce groupe les centrosomes sont très nets, ils sont plus visibles dans les cellules éosinophiles que dans les cellules oxyphiles. 3° Les cellules du groupe *basophile* varient énormément de taille et de forme. Le noyau est généralement ellipsoïdal, excepté lorsque les cellules sont animées de mouvements amiboïdes actifs, probablement parce que le corps cellulaire est d'ordinaire relativement considérable. A mesure que s'accroissent les dimensions des cellules, la quantité de basi-chromatine contenue dans le noyau augmente d'une manière disproportionnée à la taille du noyau. C'est un processus sans relation avec la mitosis qu'on n'a observée qu'une fois en ces cellules. Les centrosomes se découvrent assez facilement dans les types arrondis de petite dimension. Il est plus difficile de les apercevoir dans les types de plus forte taille, et il est possible que ces cellules renferment plusieurs centrosomes subordonnés. Elles dérivent des types hyalins de petite taille : le mitoma est devenu plus visible et les dimensions des microsomes se sont accrues; ils sont tout d'abord d'ordinaire de taille très irrégulière et ne présentent pas de métachromasie

avec le bleu de méthyle. Les granulations grandissent en même temps que les cellules; elles prennent des dimensions plus uniformes, mais n'arrivent jamais à être toutes de la même taille. La métachromasie devient plus constante et le mitoma plus visible, surtout dans les cellules qui se meuvent ou qui ont un grand nombre de prolongements. La coloration des microsomes par les réactifs n'est jamais tout à fait la même que celle de la chromatine nucléaire. Les granulations des leucocytes ne sont donc pas les produits de l'activité métabolique de la cellule enchâssée dans un protoplasma amorphe, comme on le supposait, mais elles représentent un état d'altération des microsomes. Elles font toujours partie du cytomitoma, et sont en conséquence plasmatiques et non paraplastiques. Elles sont probablement en relation avec les mouvements amiboïdes et elles sont d'autant plus visibles ainsi que le reste du mitoma que la cellule est plus active. On n'a pu arriver sur leur composition chimique à aucune conclusion ferme; mais tous les microsomes altérés sont probablement formés de nucléo-albumines, les basophiles sont plus riches en phosphore que les éosinophiles. Il semble impossible dans les états morbides de diagnostiquer quel organe est malade d'après l'espèce de leucocytes qui est en excès dans le sang.

Sidney F. Harmer : Sur le développement du *Lichenopora veruccaria*. — L'auteur développe et complète les renseignements qu'il avait donnés dans une précédente communication sur le développement du *Lichenopora*. Il avait montré que la division embryonnaire est un processus normal dans ce genre comme le genre *Crisia*, et il y a, à tous autres égards, tant de différences entre eux, qu'on peut penser que c'est un phénomène qui se retrouve chez tous les Cyclostomes. Les processus embryonnaires qui aboutissent à la production de la première génération de larves commencent dès la première période de la formation de la colonie elle-même. — Des statistiques montrent que la zoécie qui produit l'embryon primaire, dont dérivent les larves par un processus de division embryonnaire, est, dans la grande majorité des cas, un des deux premiers blastozoïtes de la colonie. La position prise par ces deux zoécies dépend de la direction où s'est courbée la zoécie primaire; aussi y a-t-il des colonies « gauches » et des colonies « droites ». Les relations de l'ovicellule jeune avec la zoécie féconde ont été indiquées pour la première fois. Tout d'abord l'orifice de la zoécie féconde se bouche, et de telle sorte que la cavité somatique demeure continue au voisinage de l'orifice avec celle de l'ovicellule. Le polypide a déjà dégénéré et l'embryon, contenu dans une enveloppe, l'embryophore, a passé au voisinage de l'orifice, toujours attaché au corps brun fécond. La position de ce corps diffère de celle des corps bruns ordinaires situés plus profondément dans la colonie. L'embryon peut passer de la cavité de la zoécie dans celle de l'ovicellule, où l'on trouve d'ordinaire le corps brun fécond, non loin de la zoécie où il s'est formé, constituant une sorte de centre d'où divergent les lobes de l'embryophore qui se divise. Une relation définie existe entre les dimensions de la colonie et le développement qu'a pris l'ovicellule de l'embryon, mais il y a, à cet égard, d'assez grandes variations, comme le montre une série de mesures. L'accroissement et la vigueur des embryons dépendent de l'activité fonctionnelle des polypides, qui, sans nul doute, nourrissent les larves. Il y a lieu de croire que les polypides ne dégénèrent pas complètement d'ordinaire à un moment où leur activité est nécessaire à la nutrition de l'ovicellule.

Karl Pearson : Contributions à la théorie mathématique de l'Evolution. III : Régression, hérédité et panmixie. — L'objet de ce mémoire est d'étendre et de généraliser les conclusions auxquelles Francis Galton est parvenu dans les recherches qu'il a exposées dans « Natural Inheritance ». L'auteur a employé les méthodes de Galton. Voici ses conclusions : 1° Il est improbable qu'il y ait pour les races locales des coefficients de corrélation absolument constants. 2° A en juger par le cas de la stature, les fils et les filles tiennent beaucoup plus du père que de la mère. L'hérédité est donc beaucoup plus marquée dans la ligne masculine que dans la ligne féminine. 3° Les pères de fils sont moins « variables » que les pères de filles. Les pères très grands ou très petits ont plus de filles que de fils. 4° L'action de la sélection sexuelle s'exerce nettement chez l'homme. 5° Il y a quelque preuve de l'existence d'une sélection de reproduction. 6° La Régression n'est pas la même suivant que l'on remonte ou que l'on descend dans la ligne directe. 7° Les sœurs aînées sont plus petites et moins variables que les jeunes sœurs. 8° L'hérédité « biparentale » est sensiblement influencée par l'action de la sélection sexuelle, qui tend d'une manière générale à diminuer l'action de l'hérédité. 9° La théorie mathématique semble en état de rendre compte des phénomènes d'atavisme (hérédité qui « saute » par-dessus une ou plusieurs générations), et de l'apparition chez le fils d'une maladie héréditaire avant qu'elle n'ait apparu chez le père. 10° L'action des sports est sur la race la même que celle d'une sélection prolongée et continue. 11° Suivant que le « foyer de régression » sera stationnaire ou progressera, au cours d'une sélection longtemps prolongée, la panmixie tendra ou ne tendra pas à annuler l'action de la sélection naturelle, en ce qui concerne à la fois la grandeur des moyennes et la quantité de variation. 12° Un foyer de régression stationnaire implique soit une mortalité due à une sélection périodique, soit un coefficient de régression d'une grandeur beaucoup plus considérable que celle que donnent à ces coefficients les statistiques faites jusqu'à ce jour. 13° La sélection naturelle a des effets plus rapides quand elle n'est pas accompagnée de cette forme de sélection sexuelle que l'on a désignée du nom de « mariage assorti ».

J. Léon Williams : Sur la formation et la structure de l'émail dentaire. — L'auteur a constaté l'existence d'une membrane très mince ou d'une formation histologique analogue à une membrane entre les améloblastes et l'émail en formation et entre ces cellules et celles de la couche intermédiaire (*Stratum intermedium*). Une membrane analogue recouvre parfois les odontoblastes. L'émail semble se former par dépôt et non par calcification cellulaire. Ce dépôt consiste probablement en un plasma granuleux et en sphérules de calcoglobuline. Les cellules de la couche intermédiaire sont en relation avec le véritable tissu sécrétant; cette relation est particulièrement nette chez le rat et la souris. Il y a dans cette couche un réseau vasculaire compliqué. Les vaisseaux sanguins se distribuent librement chez la souris, le rat et le veau, comme chez les embryons humains, dans la couche des odontoblastes, ce qui prouve que ces cellules ne sont pas calcifiées. Chez les animaux inférieurs l'émail a une structure fibreuse; ces fibres se changent en granules plus ou moins régulièrement arrangés chez le singe et l'homme. Les varicosités des prismes de l'émail ne sont pas causées par les acides (bien que les réactifs acides les fassent souvent apparaître plus nettement); elles représentent une particularité réelle de la structure de ce tissu. Ces varicosités qui se continuent souvent sans interruption sur une grande étendue correspondent au trajet d'un seul groupe de fibres. Elles peuvent donc être causées par la présence de ce groupe de fibres en croix. C'est l'hypothèse la plus probable. Les bandes de Retzius sont souvent aussi nettes dans les dents en formation que dans les dents toutes formées et dans celles qui ont été gardées constamment humides que dans les échantillons secs. Les prismes de l'émail traversent souvent sans s'interrompre plusieurs de ces bandes. Elles sont dues principalement à un dépôt de pigment et non à de l'air ou à des gaz emprisonnés dans l'émail.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

M. W.-H. **Perkin, F. R. S**, en étudiant l'influence de la température sur le pouvoir et les équivalents de réfraction de l'acétylacétone et de l'ortho ou paratoluidine, n'est point arrivé à des résultats conformes à ceux de Brühl. Au lieu de trouver des valeurs de plus en plus grandes pour des températures de plus en plus élevées, il a trouvé que, pour de hautes températures, les valeurs du pouvoir de réfraction étaient plus petites. Il donne la description de l'appareil lui ayant servi dans ses expériences. — M. **Franck Clowes** montre, par ses recherches, que, dans l'absorption de l'oxygène par le pyrogallol, on peut empêcher toute formation d'oxyde de carbone si l'on a soin de se servir d'une solution de pyrogallol contenant de grandes quantités de potasse caustique. Une solution de 100cc renfermant 10 grammes de pyrogallol et 120 grammes de potasse donne de très bons résultats. — Dans une deuxième communication le même auteur étudie quelles sont les proportions de différents gaz combustibles qui donnent lieu à une explosion si on les mélange à l'air. Voici ses conclusions : Les proportions sont très variables suivant les gaz; le méthane est celui qui produit le plus facilement l'explosion; l'hydrogène le moins facilement; le danger d'explosion est plus grand si on allume le mélange par-dessous que si on l'allume par-dessus. — M. **W.-H. Wilcox** prouve par ses analyses que, dans la détermination de l'acide butyrique, le butyrate de baryte doit être séché à une température ne dépassant pas 80°; autrement il se décompose. — M. **Edward Schunck** F. R S. et **Léon Marchlewski** : Sur quelques dérivés de l'anthraquinone préparés par condensation de l'acide o. toluique avec l'acide m. hydroxybenzoïque. — M. **David Paterson** a analysé le corps produisant l'efflorescence que l'on remarque sur les briques des chambres où l'on blanchit la laine à l'aide de l'acide sulfureux. Ses analyses lui assignent pour formule : $Al^2(SO^4)^3FeSO^4,24H^2O$. — MM. **J.-E. Marsh** et **J.-A. Gardner** décrivent quelques-uns des produits d'oxydation du camphène; l'acide camphoïque $C^{10}H^{16}O^5$ est celui qui se forme le plus facilement; puis se forment aussi en quantités plus petites les acides camphorique, téréphtalique et succinique. De l'acide camphorique, on obtient l'acide anhydrocamphoïque $C^{10}H^{14}O^5$; les acides *cis*- et *trans*-camphorique $C^9H^{14}O^4$; le chlorure de camphopyryle $C^9H^{12}Cl^2O^2$ et l'acide camphopyranilique $C^9H^{13}O^3$ ($AzHC^6H^5$). Par réduction de l'acide camphopyrique on a l'hexahydrométaxylène. — M. **Martin O. Forster** a continué l'étude de l'action de l'acide nitrique sur le dibromocamphre. Contrairement à ce qui avait été annoncé (*Proceedings* 1895, p. 4) les produits formés ne correspondent pas à la formule $C^{10}H^{13}BrO^2$, mais bien aux formules suivantes : $C^{10}H^{14}BrO^2$ et $C^{10}H^{15}BrO^2$. Il a préparé et étudié également la dibromocampholide $C^{10}H^{14}Br^2O^2$, sa lactone $C^{10}H^{14}O^3$; son acide $C^{10}H^{16}O^4$; l'acide bromocamphorénique $C^{10}H^{15}BrO^2$ et ses sels; l'acide camphorénique $C^{10}H^{16}O^2$; l'α-bromocampholide $C^{10}H^{15}BrO^2$; la β bromocampholide et la campholide $C^{10}H^{16}O^2$. — MM. **Arthur Lapworth** et **F. Stanley Kipping** : Sur les isomères π-bromo-α-nitrocamphre et son produit de réduction $C^{10}H^{14}BrOAzH^2$. — M. **F. Stanley Kipping** fait une deuxième communication sur les dérivés de l'acide π-bromocamphorique $C^{10}H^{15}BrO^4$. Il est fort probable, d'après l'auteur, que l'atome de brome qui se trouve dans ce corps constitue un groupe CH^2Br. — Dans une troisième communication, M. Stanley Kipping passe en revue différents dérivés de l'acide π-dibromocamphorique $C^{10}H^{14}Br^2O^4$; il décrit son anhydride $C^{10}H^{12}Br^2O^3$, ainsi que l'acide π-bromocamphorique $C^{10}H^{13}BrO^4$. — L'étude de l'acide-bromocamphorique fait l'objet d'une quatrième note. — En collaboration avec M. **William J. Pope**, le même auteur publie ses recherches sur l'acide π-chlorocamphorique $C^{10}H^{15}ClO^4$. — MM. **F. Stanley Kipping** et **C. Revs** : Sur quelques dérivés de l'α-hydrindone. — M. **Augustus E. Dixon** a étudié les propriétés et réactions chimiques de la dibromopropylthiocarbimide ainsi que l'action du brome et de l'iode sur l'allylthiourée. Dans ce mémoire il décrit la γ-orthotolylamido-γ-brompenthiazoline :

$$CHBr\begin{matrix}\diagup CH^2S \diagdown \\ \diagdown CH^2Az \diagup\end{matrix}C.AzHT_o,$$

puis il étudie le bromhydrate de la μ-paratolylamido-γ-brompenthiazoline; la μ-α-naphthylamido-γ-brompenthiazoline; la μ-méthylphénylamido-γ-brompenthiazoline :

$$CHBr\begin{matrix}\diagup CH^2S \diagdown \\ \diagdown CH^2Az \diagup\end{matrix}CAzHC^7H^{10}$$

et enfin les dérivés μ-méthoxy, π-éthoxy et μ-propoxy-γ-brompenthiazoline.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Décembre 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Kapteyn** : *Sur un problème d'analysis situs.* Supposons qu'on ait divisé une surface de genre p en D polygones curvilignes limitant chacun une portion de la surface, que le nombre des côtés soit G et celui des sommets H. Alors on a la relation $D+H-G=2(1-p)$, connue sous le nom de théorème de L'Huillier. Pour la démontrer l'auteur prend comme modèle une surface fermée à p trous, symétrique par rapport à un plan. Ce plan coupe les p ouvertures suivant p circonférences égales, dont les centres forment les sommets d'un polygone régulier, et la surface suivant une circonférence concentrique à ce polygone. La surface admet deux plans tangents singuliers parallèles au plan de symétrie; chacun de ces deux plans touche la surface suivant une circonférence et p de ses rayons. En remplaçant les côtés des polygones par des lignes géodésiques on a d'après Gauss : $P_n-(n-2)=\int\int\frac{d\sigma}{RR'}$, où P_n représente la somme des angles, n le nombre des côtés, R et R' les rayons principaux de la surface et $d\sigma$ l'élément du polygone. La sommation du premier membre donnant $\Sigma P_n=2\pi H$, $\Sigma(n-2)\pi=2(G-D)\pi$, on aura $2\pi(D+H-G)=\int\int\frac{RR'}{d\sigma}$, où l'intégrale qui représente la valeur sphérique de la surface s'étend à toute la surface. Pour déterminer cette intégrale on peut diviser la surface en $p+1$ parties, la première partie étant la partie extérieure entre les deux circonférences situées dans les deux plans tangents, les autres étant les p parties congruentes situées entre les secteurs correspondants de ces plans. Pour la première partie où les rayons R et R' ont le même signe, la valeur sphérique est 4π; pour chacune des p parties congruentes, les rayons ayant des signes opposés, la valeur sphérique est -4π. Il s'ensuit la relation indiquée. Toutefois pour $p=0, 1, 2$ on doit modifier un peu le raisonnement précédent. — Présentation d'un mémoire de M. **J. W. Rasch** : *La mensuration du cylindre d'où dérive le kilogramme.* Sont nommés rapporteurs : MM. J.-A.-C. Oudemans et Ch. M. Schols.

2° Sciences naturelles. — M. C.-A. Pekelharing présente un mémoire de M. **H. J. Hamburger** *sur l'influence de la pression intra abdominale sur la resorption dans les cavités ventrales.* Sont nommés rapporteurs : MM. Th. W. Engelmann et Th. Place.

P.-H. Schoute.

CHRONIQUE

ACTION DES COURANTS A HAUTE FRÉQUENCE SUR LES TOXINES BACTÉRIENNES [1].

Nous avons précédemment étudié l'action des diverses modalités de l'énergie électrique sur les microbes; nous avons depuis, poursuivi cette étude en l'étendant aux toxines sécrétées par ces microbes.

Quelques essais ont été tentés dans le même sens, notamment par MM. Smirnoff et Kruger. Ces auteurs se sont bornés à employer une seule modalité électrique : *le courant continu*. Cette forme particulière de l'énergie électrique se prête très mal à une étude de la question, parce que le passage du courant continu à travers un liquide contenant des toxines bactériennes se complique forcément de phénomènes d'ordre chimique.

Des expériences préliminaires, faites, d'une part, avec le courant continu et, d'autre part, avec le courant induit direct ou l'extracourant d'une bobine, nous ont montré que les modifications imprimées aux toxines ne sont nullement en rapport avec la *quantité* d'électricité les ayant traversées. Avec des courants induits, *toujours dirigés dans le même sens*, et s'accompagnant par conséquent d'électrolyse, le passage de 7 coulombs a produit des modifications plus profondes que celui de 78 coulombs provenant du courant continu. Cette expérience nous a donc clairement montré que l'ébranlement moléculaire produit par les décharges électriques provenant de la bobine est un agent modificateur infiniment plus actif que l'électrolyse.

Pour éliminer toute action d'ordre électrolytique, c'est-à-dire d'ordre chimique, nous avons en conséquence été conduits à adopter la modalité électrique qui produit les ébranlements les plus rapides que l'on connaisse : *les courants alternatifs à haute fréquence*.[2]

Le courant à haute fréquence arrive à un tube en U, en verre, qui contient la toxine. Ce tube est plongé dans un vase contenant de l'eau glacée, qui empêche tout échauffement du liquide. Dans les expériences rapportées ci-dessous, la fréquence était de 225.000 oscillations par seconde. L'intensité *efficace* du courant traversant la toxine, mesurée au moyen d'un galvanomètre spécial[3], était de 0,75 ampères; et la densité *moyenne* du courant de 250 milliampères par centimètre carré.

L'électricité passe donc à travers la toxine par *pulsations alternatives* extrêmement rapides et extrêmement intenses. Il est dès lors facile de comprendre de quelle puissance est ce branle-bas *totius substantiæ* imprimé à la toxine.

Expérience I. — Nous avons soumis au courant de haute fréquence, pendant un quart d'heure, une toxine diphtéritique très active. Nous en avons injecté 2cc,5 à trois cobayes, et la même dose, *avant électrisation*, à trois cobayes témoins. Le résultat a été des plus nets : les trois témoins sont morts en vingt, vingt-cinq et vingt-six heures. Des trois cobayes ayant reçu la toxine électrisée, un a survécu durant trois jours; les deux autres sont vivants à la date du 10 février, soit douze jours après.

Trois autres cobayes, ayant reçu 2cc,5 de la même toxine électrisée, étaient survivants sept jours après l'injection et ont servi à l'expérience n° 3.

En somme, les trois témoins sont morts rapidement, et des six animaux injectés avec la toxine électrisée, un seul est mort trois jours après l'injection seulement. L'atténuation de la toxine diphtéritique par la haute fréquence est donc évidente.

Expérience II. — Mêmes expériences avec la toxine pyocyanique injectée à la dose de 3cmc. Le témoin est mort trente-six heures après l'injection. Tous les cobayes (au nombre de quatre) injectés avec la même dose de toxine pyocyanique électrisée ont survécu.

Il est donc très nettement démontré que ces toxines sont profondément atténuées par les courants à haute fréquence. Ce fait est important, en ce sens qu'on peut espérer que cette atténuation pourra être faite *directement dans l'organisme malade*. Cette possibilité résulte de ce fait, mis en évidence par M. d'Arsonval, à savoir que le corps de l'homme peut être traversé par des courants de haute fréquence extrêmement puissants sans provoquer aucun phénomène douloureux ou moteur. Mais il y a plus. Non seulement ces toxines peuvent être atténuées par la haute fréquence, mais bien mieux, *après l'électrisation, elles deviennent des substances immunisantes, des vaccins*, comme le démontrent les expériences suivantes :

Expérience III. — Le 3 février, on inocule 0cc,5 de culture diphtéritique très active à trois cobayes ayant reçu il y a sept jours, 2cc,5 de toxine diphtéritique soumise à la haute fréquence (*Expérience I*). On inocule de même trois cobayes témoins. Le 5 février, deux témoins succombent; le troisième témoin meurt le 6 février. Le 7, un des trois cobayes vaccinés meurt également. Quant aux deux autres cobayes ils sont actuellement bien portants (10 février), sept jours après l'injection.

Il est juste de remarquer que ces animaux ont été inoculés uniquement dans le but de juger de l'atténuation des toxines électrisées et non dans celui de vacciner ces animaux. Si nous avions, suivant la règle adoptée en pareil cas, procédé par doses minimes d'abord, puis progressivement croissantes, nous aurions sans doute réalisé une immunité plus complète.

Expérience IV. — Trois cobayes ayant reçu depuis dix jours 3cc de toxine pyocyanique électrisée sont inoculés avec 2cc de culture pyocyanique vivante. On inocule de même deux cobayes témoins. Les témoins meurent l'un trente-six heures, l'autre quarante-huit heures après l'injection.

Quant aux trois animaux vaccinés ils sont actuellement vivants, huit jours après l'injection.

La toxine pyocyanique s'atténue donc par la haute fréquence comme celle du bacille de Löffler. Cette atténuation varie évidemment suivant l'énergie du courant et la durée de l'électrisation. Avec le courant que nous avons employé, au bout d'un quart d'heure, la toxicité est diminuée de moitié environ.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons conclure de ces faits :

1° *Que la haute fréquence atténue les toxines bactériennes;*

2° *Que les toxines ainsi atténuées augmentent la résistance des animaux auxquels on les injecte.*

D'Arsonval, de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège de France.
et
A. Charrin, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Assistant au Collège de France.

[1] Extrait d'une communication présentée lundi dernier à l'Académie des Sciences de Paris.

[2] Sur le dispositif, voyez, dans la *Revue* du 15 mai 1894 (t. V, p. 313 et suiv.) : « Les expériences de M. d'Arsonval sur les propriétés physiques et physiologiques des courants alternatifs.

[3] Voir ma note à l'Académie en date du 15 juillet 1895. (D'Arsonval.)

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 4 29 FÉVRIER 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

614,47 }
615,94 }

ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES SUR LES VENINS

PRODUCTION DE L'IMMUNITÉ CONTRE LES VENINS INOCULÉS PAR MORSURE

L'étude physiologique des venins a été inaugurée par les travaux de Fontana (1781). C'est à lui, le premier, que revient le mérite d'avoir fait connaître le venin de la vipère, dont il a bien décrit les effets sur différents animaux et sur la vipère elle-même. Depuis, l'attention des savants a été spécialement attirée sur la composition chimique des sécrétions venimeuses. C'est ainsi que L. Bonaparte, en 1841, a découvert, dans le venin de vipère, six substances différentes, dont la plus importante, *la vipérine*, est une substance albuminoïde voisine de la ptyaline. En 1851-53, Gratiolet et Cloëz découvrirent, dans les venins de crapaud et de salamandre, des principes alcaloïdiques très actifs ; enfin, en 1866, Zalesky isola l'alcaloïde du venin de salamandre terrestre (*Sal. maculata*), auquel il attribua la formule $C^{68}H^{66}A_2{}^2O^{10}$.

Après ces derniers travaux, la tendance générale fut de considérer les principes actifs des venins comme étant de nature alcaloïdique. Elle s'accentua encore lorsque M. le Professeur A. Gautier eut découvert les ptomaïnes, d'autant mieux que les venins de serpents étaient alors considérés comme analogues aux produits de la putréfaction. Mais cette opinion ne devait pas résister au contrôle expérimental. M. A. Gautier démontra bientôt que les alcaloïdes qu'il avait isolés du venin de *Naja tripudians* ne jouent aucun rôle dans l'envenimation. Ce sont les principes albuminoïdes, comme l'avait annoncé L. Bonaparte, qui donnent au venin sa toxicité. Ces résultats furent bientôt confirmés par Weir-Mitchell, Vall, Wolfenden, sur différents serpents venimeux.

Vers la même époque, on découvrit, dans les sécrétions microbiennes, les albumines toxiques Aussi l'idée d'une analogie avec les venins fut-elle émise par différents expérimentateurs, mais elle ne fut pas démontrée. C'est ainsi que M. Calmette, en 1892, « a cherché, malheureusement sans succès, à produire l'état réfractaire, l'immunité artificielle contre l'envenimation, en appliquant tour à tour chacune des méthodes à l'aide desquelles on » avait « pu récemment créer l'immunité contre les toxines microbiennes ou contre les albumoses végétales toxiques, telles que la ricine. »

Cependant, M. Kaufmann, par des inoculations successives, a réussi à conférer au chien une résistance plus grande au venin de vipère. Par le même procédé, Domenico Fornara a immunisé des chiens contre le venin de crapaud. J'ai obtenu des résultats analogues avec l'alcaloïde du venin de salamandre terrestre.

La question en était restée là, quand nous avons entrepris, M. Bertrand et moi, nos recherches sur les venins. Étudier les procédés naturels de défense de l'organisme, là où ils sont le plus déve-

loppés, c'est-à-dire chez les animaux réfractaires aux venins, dans le but de découvrir les lois et le mécanisme de l'immunité, telle est l'idée directrice qui nous a tout d'abord inspirés.

I

Depuis Fontana, qui a démontré que *le poison de la vipère n'en est pas un pour son espèce*, l'immunité naturelle des animaux venimeux pour leur propre venin, a attiré l'attention des physiologistes. Viaud-Grand-Marais, Guyon, Duméril, Kaufmann, Waddell, Calmette, ont vu les différents serpents résister aux morsures de leurs congénères et à l'inoculation artificielle de leur venin. Weir-Mitchell, Mangili, Cl. Bernard, Vulpian, ont observé le contraire. Ces faits, en apparence contradictoires, s'expliquent aisément. L'immunité d'un animal pour un microbe ou un poison n'est pas une propriété absolue : M. le Professeur Chauveau a montré que le mouton algérien, réfractaire au charbon, succombe cependant quand on lui inocule des doses excessives de sang charbonneux.

Depuis, de nombreux observateurs ont fait des constatations analogues. Il n'est donc pas impossible de tuer des animaux avec leur propre venin : c'est une question de dose. J'ai trouvé que, pour tuer la salamandre terrestre, il fallait injecter sous la peau 10 milligrammes de chlorhydrate de salamandrine, alors que, pour tuer une souris, un dixième de milligramme suffit. La résistance de la salamandre à l'action de son venin est donc cent fois plus grande que celle de la souris.

Cette immunité si grande était généralement expliquée par une accoutumance; mais comment le venin arrivait-il à imprégner l'organisme ? C'est ce que l'on ne soupçonnait pas, surtout depuis que Cl. Bernard avait admis que le venin des serpents, pas plus que le virus rabique, n'existe dans le sang [1].

D'après L. A. Waddell [2], de Calcutta, les serpents avalent habituellement un peu de leur propre venin, et en absorbent de petites quantités par les blessures et écorchures de la cavité buccale : il en résulte une tolérance graduelle qui aboutit à l'immunité. Cette opinion, peu vraisemblable, est en contradiction avec ce fait que le venin est détruit par le tube digestif : des doses énormes de venin de vipère, introduites dans l'estomac, non seulement ne provoquent aucun trouble, mais ne déterminent pas le moindre effet vaccinal [3].

Cependant, pour rendre vraisemblable la théorie de l'accoutumance, il fallait au moins démontrer la présence, dans le sang des animaux venimeux, de principes analogues à ceux du venin. Toutes nos expériences entreprises dans ce but ont été positives et concordantes. Dans le sang du crapaud, il existe des principes dont les caractères physiques, chimiques et physiologiques, sont les mêmes que ceux du venin : comme le venin, le sang de crapaud, injecté à la grenouille, amène l'arrêt du cœur et la paralysie. Chez la salamandre, on trouve aussi, dans le sang et dans le venin, des principes communs. Il en est de même chez les serpents venimeux.

D'où viennent ces substances toxiques du sang? La première idée qui se présente à l'esprit, est celle que les travaux de Brown-Séquard ont rendue si générale : ces poisons seraient déversés dans le sang par le mécanisme de la sécrétion interne des glandes. Pour le crapaud et la salamandre, cela est d'autant plus vraisemblable que, chez ces animaux, incapables d'utiliser volontairement leurs glandes venimeuses, celles-ci ne sauraient être une voie d'élimination pour le poison contenu dans le sang. Mais cette dernière interprétation pouvait être exacte pour la vipère. Ici, l'expérience de l'ablation des glandes a résolu la question dans un sens favorable à la théorie de la sécrétion interne. La toxicité du sang, chez les vipères privées de leurs glandes, diminue dans des proportions souvent considérables; à aucun moment elle n'augmente. Les glandes venimeuses déversent donc des poisons dans le sang; l'organisme en est imprégné. N'est-il pas légitime, dans ces conditions, d'attribuer à l'accoutumance l'immunité pour le venin? Une grave objection cependant s'opposait à cette théorie : l'inoffensive couleuvre, dont on connaît, depuis Fontana, la grande résistance au venin de vipère, était généralement considérée comme dépourvue de glandes venimeuses; on ne pouvait donc pas attribuer à l'accoutumance son immunité pour le venin. Il appartenait à l'expérience de démontrer le contraire : le sang de couleuvre possède la même toxicité que celui de vipère, et cette toxicité coexiste avec la présence de glandes venimeuses homologues de celles de la vipère. Cette découverte, déjà importante au point de vue de l'Anatomie comparée, apportait un nouvel argument en faveur de la théorie de la sécrétion interne et de l'accoutumance.

Cette cause naturelle d'immunité peut être reproduite artificiellement. En procédant avec prudence et lenteur, on arrive à accoutumer progressivement des animaux, et à les immuniser contre des doses mortelles de venin. Avec cette méthode, on risque souvent d'intoxiquer l'animal avant que l'immunisation soit réalisée. Les venins, de même

[1] Cl. Bernard. *Pathologie expérimentale*, p. 33 et suiv.

[2] Le *Venin des serpents*, par Surgeon L. A. Waddell 1889.

[3] MM. Charrin et Cassin ont tout récemment (*Société de Biol.*, 21 décembre 95) montré le rôle actif de la muqueuse intestinale dans la défense de l'organisme contre les toxines.

que les toxines microbiennes, sont constitués par un mélange de diverses substances, dont les unes sont toxiques, les autres vaccinantes; et les phénomènes qu'ils engendrent sont très complexes : pour mieux les comprendre, il est nécessaire de les dissocier. C'est pourquoi, avant d'exposer le procédé d'immunisation par accoutumance, je commencerai par décrire celui qui consiste à immuniser par les venins atténués, c'est-à-dire le procédé de la vaccination antivenimeuse.

II

Depuis que l'on connaît la nature albuminoïde des venins, on a essayé de les modifier par la chaleur. Mais les résultats obtenus sont loin d'être concordants. Tandis que les uns admettent, avec Weir-Mitchell, Reicherdt, Vall, A. Gautier, que l'ébullition altère partiellement les venins sans détruire leur toxicité, les autres, au contraire, croient, avec M. Calmette, que la virulence des venins ne résiste pas à l'ébullition. Il est probable qu'une divergence aussi grande tient aux conditions différentes dans lesquelles se sont placés les expérimentateurs. Aussi est-il nécessaire, dans une pareille question, de préciser avec soin tous les détails de la méthode que l'on a suivie. L'influence de la chaleur doit être aussi très variable suivant l'espèce de serpent dont on étudie le venin. Pour ne citer qu'un exemple, le venin de *Naja tripudians*, conservé sec depuis plusieurs années et dissous dans l'eau, résiste à une température de 150° pendant une demi-heure, tandis que le venin de vipère est détruit par l'ébullition [1]. Sans insister sur les détails de manipulation qui ont été décrits ailleurs [2], je vais exposer les propriétés physiologiques du venin de vipère chauffé.

Si l'on soumet du venin desséché dans le vide, puis dilué dans cinq parties d'eau, à une température de 75 à 90° pendant cinq minutes, on peut, sans danger, en inoculer une dose, mortelle dans les conditions ordinaires, à un cobaye de 500 grammes. Le plus souvent on n'observe aucun trouble appréciable. Cependant, sous l'influence de la chaleur, le venin a acquis une nouvelle propriété : *il détermine une vaccination énergique contre les effets du venin normal.*

Voilà donc réalisés, avec une humeur dépourvue de microbes, des effets identiques à ceux que déterminent souvent, dans les mêmes conditions, les microbes et leurs sécrétions. Mais l'analogie ne s'arrête pas là. Il était rationnel de supposer que cette vaccination a lieu par le même mécanisme, et que ses résultats sont semblables à ceux de la vaccination par substances microbiennes. C'est ce que l'expérience confirme.

L'état vaccinal n'est pas engendré dans l'organisme par la circulation de la matière vaccinante elle-même : il apparaît peu à peu et n'est réalisé complètement qu'après 48 heures. Si l'on éprouve l'animal pendant cette période, il succombe d'autant moins vite qu'on s'éloigne davantage du moment de l'inoculation vaccinale.

L'immunisation n'est donc pas produite directement par la matière vaccinante : elle résulte d'une réaction de l'organisme. Cette réaction de l'organisme a pour conséquence l'apparition dans le sang de nouvelles substances douées de la propriété de rendre inoffensive l'inoculation d'un venin mortel.

Ces substances antitoxiques ne protègent pas seulement l'animal qui les a fabriquées : inoculées à un animal indemne, elles le préservent contre une dose mortelle. Un mélange de sang antitoxique et de venin peut être inoculé sans danger, et ce n'est pas dû, comme on pourrait le croire, à ce que le sang détruit le venin, mais, au contraire, à ce qu'il exerce sur l'organisme une action opposée à celle du venin : en un mot, le sang antitoxique n'est pas un antidote, mais un antagoniste.

On peut faire deux hypothèses pour expliquer l'action de la chaleur sur le venin de vipère : ou bien elle détruit les substances toxiques en respectant les substances vaccinantes, ou bien elle fait apparaître celles-ci aux dépens des matières toxiques. En d'autres termes, les substances vaccinantes sont distinctes des matières toxiques, ou, au contraire, elles dérivent de celles-ci.

La première théorie, défendue par M. le Professeur Bouchard, s'appuie sur un très grand nombre de faits empruntés surtout à l'étude des toxines microbiennes. L'analyse chimique et physiologique des venins apporte aussi des arguments très favorables à cette thèse. Weir-Mitchell, par l'emploi de la chaleur, Kaufmann, par le permanganate de potassium et l'acide chromique, ont dissocié les effets locaux et généraux des venins, et ont conclu à l'existence de deux sortes de principes actifs. Phisalix et Bertrand ont trouvé dans le venin de vipère trois substances toxiques : *l'échidnase*, *l'échidno-toxine* et *l'échidno-vaccin*. La première détermine dans le tissu conjonctif un œdème hémorrhagique énorme ; elle ne résiste pas à une très courte ébullition. La deuxième exerce une action générale qui se traduit surtout par des troubles nerveux et vasomoteurs ; la troisième est très peu toxique, mais elle est douée de propriétés vaccinantes. L'indépendance des deux premières substances ne fait

[1] Le venin qui a servi à ces expériences nous a été donné par M. le Professeur Gautier qui le possédait depuis plus de dix ans.

[2] Phisalix et Bertrand. Recherches expérimentales sur le venin de vipère (*Archives de Physiologie*, juillet 1894).

pas de doute ; non seulement on en dissocie les effets par la chaleur ou l'acide chromique, mais, chez la même espèce, l'échidnase peut manquer à certaines saisons, comme chez le *Vipera aspis* des environs d'Arbois (Jura). Quant à la troisième, on pouvait supposer qu'elle dérivait des deux autres. Il n'en est cependant pas ainsi. Le venin des vipères du Puy-de-Dôme ne peut être transformé en vaccin par la chaleur, quoiqu'il renferme de l'échidnase et de l'échidno-toxine ; le venin des vipères du Jura, qui ne contient pas d'échidnase, mais seulement de l'échidno-toxine, devient un excellent vaccin. La conclusion s'impose d'elle-même : l'échidno-vaccin est une substance indépendante, que la chaleur laisse subsister tout en détruisant les substances toxiques. Les recherches chimiques ont aussi démontré dans les venins l'existence de plusieurs principes distincts. Weir-Mitchell et T. Reicherdt ont isolé, des venins de serpent à sonnettes et de serpent mocassin, trois substances albuminoïdes spécifiques : une peptone, une globuline et une albumine. Les deux premières seules sont vénéneuses. Wolfenden a retiré, du venin de *Cobra copello*, une peptone inactive, ainsi qu'une globuline, une sérine, et une caséine très toxiques. Quant aux substances vaccinantes, on ne les a pas encore isolées ; mais leur existence est vraisemblable, et nous l'admettons d'autant mieux qu'elle explique assez bien les phénomènes d'immunisation.

III

Si les différentes substances isolées des venins ne sont pas des produits artificiels dus aux manipulations, leur action physiologique propre doit se reconnaître dans l'ensemble des symptômes provoqués par l'inoculation de ces mêmes venins. C'est en effet ce qui a lieu, tout au moins pour le venin de *Cobra*. Dans ce dernier, Wolfenden a trouvé une sérine qui tue par paralysie ascendante de la moelle, une globuline et une caséine qui attaquent les centres respiratoires : or, les animaux empoisonnés par ce venin meurent asphyxiés par congestion et obstruction des voies respiratoires. C'est même le symptôme prédominant qui masque souvent les phénomènes de paralysie ascendante. Dans ce cas, la respiration artificielle, comme l'a indiqué M. Laborde, permet de mieux observer les dernières phases de l'empoisonnement. Dans l'intoxication par le venin de la vipère, les phénomènes se déroulent en sens inverse : c'est le système nerveux médullaire qui est d'abord atteint, et les troubles respiratoires ne s'accentuent qu'en dernier lieu.

Parmi les substances toxiques des venins, les unes ont une action rapide, presque immédiate ; d'autres se comportent plutôt comme des ferments en provoquant dans l'organisme des réactions encore inconnues, en modifiant lentement et profondément la nutrition générale des cellules. Parmi ces réactions, les unes sont défensives et favorables à la guérison ; d'autres, au contraire, sont nuisibles et déterminent une véritable cachexie qui rappelle beaucoup les accidents éloignés consécutifs à l'intoxication diphtérique, ou encore aux empoisonnements par le plomb, par l'alcool. Ces troubles persistants de la nutrition ne seraient-ils pas dus à ce que ces toxines, si rapprochées des substances diastasiques, possèdent, comme celles-ci, la propriété de se fixer sur certains tissus ?

Les venins renferment donc, comme beaucoup d'autres humeurs de l'organisme, comme les toxines microbiennes, des substances à propriétés antagonistes. Il y a plus de dix ans, M. le Professeur Bouchard a établi que l'urine est constituée par un mélange de substances convulsivantes et de substances narcotiques, qu'il a réussi à isoler. Depuis, il a été reconnu par tous les bactériologistes que les cultures microbiennes ne sont autre chose qu'un mélange complexe de produits à actions diverses et souvent opposées. Aussi, tous les efforts ont eu le même but : séparer les substances nuisibles des substances utiles. Parmi les moyens employés pour atteindre ce but, c'est la chaleur qui a le plus souvent réussi. Arnaud et Charrin sur les toxines pyocyaniques, Carl Fränkel sur la toxine diphtérique, Roger sur les cultures du streptocoque, Phisalix et Bertrand sur le venin de vipère, etc., ont montré que la chaleur détruit le plus grand nombre des principes nuisibles en laissant intactes au moins une partie des substances vaccinantes. Courmont et Rodet ont fait des constatations analogues sur les cultures du staphylocoque. Malheureusement, il n'en est pas ainsi pour toutes les toxines et pour tous les venins. Les substances vaccinantes peuvent être plus sensibles et être détruites par la chaleur, alors que les principes toxiques ou une partie de ces principes persistent. Vall a observé que, lorsqu'on chauffe le venin de Daboïa, il perd son pouvoir convulsivant, mais non sa toxicité, comme si l'une des matières actives était seule altérée par la chaleur. Certains venins sont transformés en vaccins par un chauffage approprié ; d'autres, au contraire, n'acquièrent pas de propriétés vaccinales par ce moyen. Le venin de vipère appartient au premier groupe ; les venins de cobra et de scorpion rentrent dans la deuxième catégorie.

Pour immuniser un animal contre les venins de cette dernière catégorie, il est nécessaire, en attendant qu'on trouve un moyen plus parfait, d'employer le procédé de l'accoutumance. Il consiste à inoculer, à intervalles convenablement espacés,

des doses d'abord très faibles de venin qu'on augmente ensuite progressivement. On peut, en suivant la méthode de Roux pour la diphtérie, perfectionner ce procédé en mélangeant au début le venin avec du chlorure de chaux, ou en l'incorporant dans la craie recouverte de collodion.

Tandis que, dans le procédé de vaccination, une seule inoculation préventive de venin chauffé suffit à préserver un animal contre une dose mortelle de venin, dans le procédé d'accoutumance, la progression lente des doses inoculées est la condition indispensable à la réussite de l'immunisation. Il semble, au premier abord, que ces deux procédés diffèrent complètement l'un de l'autre. Au fond, c'est le même mécanisme qui entre en jeu, c'est le même processus chimique qui crée l'état réfractaire, et le résultat final est le même : il consiste dans la formation de substances antitoxiques. Seulement, dans le premier cas (vaccination), les réactions défensives de l'organisme ne sont pas entravées par les poisons qui les paralysent; dans le deuxième cas (accoutumance), la quantité de ces poisons, dans les premières doses, est trop faible pour amener un trouble physiologique appréciable, et les substances vaccinantes qui agissent lentement peuvent exercer leur influence favorable. Il en résulte la formation d'une certaine quantité de substance antitoxique, capable de neutraliser une quantité correspondante de venin. On peut, dès lors, renouveler l'inoculation de la même dose de venin sans provoquer aucun symptôme apparent. La température, cet indice si sensible de l'envenimation, ne s'abaisse pas : il y a accoutumance. Si l'on vient à augmenter les doses, l'animal éprouve encore quelques troubles, mais on ne s'en aperçoit guère qu'à un léger abaissement de température, à peu près égal à celui que déterminerait la quantité de venin surajoutée. Naturellement, à chaque inoculation nouvelle, correspond une nouvelle formation de substances antitoxiques. A mesure que celles-ci augmentent, l'immunisation devient de plus en plus forte, et c'est ainsi que les humeurs acquièrent un pouvoir antitoxique considérable.

Dans la vaccination, la séparation des substances toxiques et vaccinantes est produite artificiellement en dehors de l'organisme : on détruit les premières pour n'injecter que les secondes ; dans l'accoutumance, au contraire, c'est l'organisme lui-même qui produit cette séparation. Dans l'une comme dans l'autre, il y a une réaction de l'organisme qui conduit à la formation de substances antitoxiques. Cette réaction se produit seule dans la vaccination ; dans l'accoutumance elle est troublée par une réaction simultanée due aux substances toxiques. Mais, si l'on n'envisage que le processus le plus important, à savoir la production d'antitoxine, l'accoutumance peut être considérée comme une vaccination lentement et progressivement croissante. Doit-on en conclure que, pour d'autres poisons (acide arsénieux, morphine, etc.) l'accoutumance entraîne aussi la production de principes antitoxiques? C'est ce qu'il serait prématuré de soutenir.

Cependant, quelques expériences semblent déjà justifier cette conception. C'est ainsi que M. le Professeur Bouchard a vu le sérum de lapins ayant résisté à des intoxications réitérées par les sels de potassium, acquérir des propriétés antitoxiques contre ces mêmes sels.

IV.

Cette manière de concevoir l'accoutumance conduit à une nouvelle interprétation de l'immunité naturelle des Reptiles pour leur propre venin. A côté des substances venimeuses fournies au sang par le mécanisme de la sécrétion interne, on devait trouver des substances antagonistes, capables d'en neutraliser les effets ; il y aurait ainsi, chez ces animaux, *une véritable auto-vaccination*. L'expérience confirme cette prévision. Le sang de vipère renferme, à côté de la substance toxique, une substance antitoxique. La première est détruite par la chaleur (chauffage à 58° 15 min.), tandis que la deuxième y résiste [1]. Il en est de même pour le sang de la couleuvre. Cela n'a rien de surprenant, si l'on se rappelle les analogies qui existent entre cet animal et la vipère. Mais, pour le hérisson réfractaire au venin de vipère et dont le sang possède également des propriétés antitoxiques contre ce venin, il ne semble pas que l'accoutumance entre en jeu : on ne connaît pas jusqu'ici de glandes venimeuses chez les hérissons. Toutefois, il est permis de penser qu'un poison analogue au venin pourrait être fabriqué quelque part dans l'organisme de cet Insectivore. En fait, ce poison existe dans son sang, dont on connaît la grande toxicité. Peut-être même un semblable poison est-il normalement sécrété, en très faible quantité, par l'organisme de certains Mammifères. Ce qui viendrait à l'appui de cette hypothèse, c'est que le sang de ces Mammifères renferme en plus ou moins grandes proportions des substances antagonistes du venin de vipère [2]. Dans ce cas, l'énorme production de substances antitoxiques dans le sang des animaux vaccinés artificiellement, ne serait que l'exagération ou le perfectionnement d'un phénomène naturel. Ce n'est pas là une simple vue de l'esprit. Il y a au moins un exemple en Physiologie, dans lequel

[1] PHISALIX et BERTRAND, *Comptes rendus Ac. Sc.* 18 novembre 1895.
[2] (*Expér. inédites.*)

les choses semblent se passer ainsi. Il est fourni par l'action de la peptone sur le foie. Quand on injecte une solution de peptone dans les veines d'un chien, le sang de l'animal devient incoagulable. Cela résulte, — comme les expériences de Contejean et Gley nous l'ont appris, — de ce que le foie, sous l'influence de la peptone, fabrique une substance anticoagulante. D'autre part, nous savons qu'à l'état normal le foie sécrète une substance anticoagulante, puisque le sang des veines sus-hépatiques est incoagulable. La peptone exerce donc sur le foie une excitation spéciale qui stimule une fonction préexistante.

Pour en revenir à l'immunité naturelle de certains animaux contre un poison déterminé, on est autorisé, d'après les faits qui précèdent, à admettre qu'elle est due à la présence dans leur sang d'un antidote spécifique. Si l'on ne réussit pas toujours à préserver un animal sensible au poison en lui inoculant du sang d'un animal réfractaire, c'est que l'action de l'antidote est masquée par celle d'une substance toxique, comme il arrive pour le sang de vipère, de couleuvre et de hérisson. Mais il n'en est pas toujours ainsi. J'ai montré que le sang de salamandre terrestre (*Sal. maculosa*) réfractaire au curare, inoculé tel quel à la grenouille ou au cobaye, les immunise contre une dose plusieurs fois mortelle de ce même curare. Ici encore, l'existence du contre-poison est justifiée par celle du poison. On trouve, en effet, dans les glandes cutanées de ce Batracien des principes toxiques dont le mode d'action se rapproche beaucoup de celui du curare.

Cette théorie du contre-poison, inaugurée par les remarquables travaux de M. le Professeur Bouchard, s'appuie maintenant sur un nombre de faits assez grand pour qu'on puisse la considérer comme étant l'expression la plus approchée de la réalité. Que le poison vienne du dehors ou du dedans, le premier acte de la réaction vitale consiste dans la formation de la substance antagoniste. Cette conception ne doit pas être limitée aux seuls poisons. Les produits fabriqués par un organe peuvent influencer à distance la nutrition d'un autre organe, de telle sorte que l'intégrité du premier est nécessaire au fonctionnement du second. MM. Chauveau et Kaufmann ont démontré l'action modératrice qu'exerce la sécrétion interne du pancréas sur la fonction glycogénique du foie. Cellule pancréatique et cellule hépatique, quoique morphologiquement dissemblables, sont en corrélation fonctionnelle étroite. Les fonctions de ces deux cellules sont tellement solidaires qu'elles peuvent être réunies en une seule ; il n'existe alors qu'un seul organe possédant plusieurs fonctions : c'est l'hépato-pancréas des Invertébrés. Chez les Poissons osseux, les cellules pancréatiques et hépatiques, quoique distinctes, sont encore juxtaposées ; les ramifications du pancréas pénètrent dans la masse du foie autour des branches de la veine-porte (Laguesse). Enfin, chez les Vertébrés supérieurs, les deux organes proviennent, en partie au moins, comme je l'ai démontré pour l'embryon humain, de la même ébauche endodermique.

Ainsi, toutes les sécrétions de l'organisme sont dans une dépendance mutuelle, sous une influence réciproque, indispensable au maintien de l'équilibre. « *C'est par les produits solubles de leur élaboration, bien plus que par le système nerveux, que s'établit entre les cellules l'équilibre vital.* » (Bouchard.)

V

Les récentes découvertes sur les venins ont eu pour conséquence l'apparition d'une nouvelle méthode thérapeutique : je veux dire la sérothérapie de l'envenimation. Quelle est la valeur relative de cette méthode, et comment doit-elle être appliquée ? C'est ce que je vais essayer de résoudre en terminant cet article.

Après avoir démontré que le sang des animaux vaccinés contre le venin de vipère est antitoxique, il était rationnel d'en essayer l'emploi au point de vue thérapeutique. C'est ce que nous avons fait. Des cobayes inoculés avec une dose mortelle de venin et traités, au bout de 15 à 25 minutes, par des injections intra-péritonéales de sérum d'animaux vaccinés, ne succombent pas ; mais, si l'on attend plus de 30 minutes, avant de commencer ce traitement, on n'empêche pas la mort de l'animal. Nous pensions pouvoir prolonger ce délai en employant le sérum d'animaux dont l'immunité a été renforcée par des inoculations successives, et nous avons essayé, à ce point de vue, les sérums fabriqués par MM. Calmette en France, et Fraser en Angleterre, avec le sang des grands animaux immunisés par accoutumance. Des cobayes inoculés avec une dose mortelle de venin de vipère ont été traités au bout de 25, 30, 40, 50 minutes par des injections de sérum antivenimeux d'une puissance préventive considérable. Tandis que les cobayes, traités 25 minutes après l'inoculation, ont parfaitement résisté, ceux qui n'ont reçu le sérum qu'au bout de 30, 40 et 50 minutes, sont tous morts avec les symptômes ordinaires. La seule différence notable, c'est que les animaux, malgré l'abaissement rapide de la température, restent vifs jusqu'à une période avancée de l'intoxication, tandis que, d'habitude, ils tombent assez vite dans le collapsus. Une fois que les symptômes d'envenimation ont commencé (dans nos observations, la température avait baissé de 1° environ), le sérum est impuissant

à les enrayer. C'est exactement ce qui arrive avec le sérum antitétanique vis-à-vis du tétanos déclaré. On sait, en effet, que ce sérum, doué d'une puissance préventive si grande, reste sans action dès que les contractures ont apparu.

Il est évident que, suivant la dose de venin qui aura été déversée dans la plaie par les crochets du reptile, suivant le lieu de la piqûre, les symptômes d'envenimation apparaîtront plus ou moins vite. Le traitement par le sérum antivenimeux aura d'autant plus de chance d'être efficace qu'il aura été appliqué plus promptement, et que la quantité de venin absorbée sera moindre. C'est pourquoi il est indispensable de faire sortir de la plaie autant de venin qu'on le pourra, et pour cela, de recourir au vieux moyen déjà en usage chez les Grecs et les Romains : je veux parler de la succion. Pour faciliter la sortie du venin et le lavage de la plaie, il faudra inciser les tissus à l'endroit où ont pénétré les crochets du reptile. Cette opération peut être faite avec n'importe quel instrument tranchant; un petit scarificateur de poche, à deux lames, serait préférable. On appliquera ensuite la bouche sur la plaie et on sucera à la manière des Psylles et des Marses de l'Antiquité. La succion n'est pas toujours possible, surtout si la personne mordue est seule, ou a une plaie dans la bouche; dans ce cas, une ventouse ordinaire, ou bien une petite ventouse reliée à la bouche par un tube de caoutchouc, ou, autrement dit, une ventouse à succion, remplirait le même but. A défaut de succion directe ou indirecte, la pression avec les doigts autour de la plaie, pour faire écouler le sang, sera indispensable, et le sang coulera d'autant plus facilement que la circulation veineuse sera plus gênée. C'est pourquoi une ligature élastique placée à la racine du membre sera de la plus grande utilité, tant pour diminuer l'absorption du venin que pour faciliter son écoulement hors de la plaie. Ces manœuvres devront être complétées par un lavage avec un liquide antiseptique ou, au besoin, avec de l'eau ordinaire.

Les moyens précédents, ligature, succion, etc., ont tous le même but : empêcher l'absorption du venin en l'expulsant des tissus. Mais, comme il est difficile d'y arriver complètement, on a cherché à neutraliser le venin qui reste dans la plaie, et c'est pour répondre à cette indication qu'on a employé les injections interstitielles de diverses substances, entre autres, le permanganate de potassium, l'acide chromique, le chlore, l'iode, le brome et certaines de leurs combinaisons, comme les hypochlorites. Ces derniers, qui, depuis longtemps, sont utilisés comme agents destructeurs des virus, ont une action très énergique contre les venins. Non seulement ils les détruisent chimiquement, mais surtout ils produisent sur les tissus un certain degré de mortification qui les rend impropres à l'absorption. Les solutions de chlorure de chaux préparées d'avance perdent, à la longue, leur efficacité; il faudra donc, autant que possible, se servir de solutions récentes.

Les injections seront faites en profondeur plutôt que sous la peau, à l'endroit même où les crochets ont pénétré.

En résumé, dans le traitement des morsures de serpents venimeux, la première indication à remplir, c'est de faire sortir le venin de la plaie et de neutraliser celui qui est resté fixé dans les tissus. La méthode ordinaire, ligature élastique, succion, pression avec les doigts, lavages, injections interstitielles de chlorure de chaux, de permanganate de potassium ou d'acide chromique répond à ce but et suffit, dans la majorité des cas, à empêcher la mort. Mais la guérison sera, pour ainsi dire, certaine, si l'on peut instituer assez vite le traitement par le sérum antivenimeux.

Dr C. Phisalix,
Assistant au Muséum.

537,53

OBSERVATIONS SUR LA FORMATION

DES RAYONS RŒNTGEN

Comme M. Rœntgen l'a déjà indiqué, l'étude du rayonnement des tubes de Crookes se fait très bien au moyen de substances fluorescentes et, tout particulièrement, avec le cyanure double de platine et de baryum collé sur une feuille de papier; la fluorescence se voit également bien en tournant la substance contre la radiation ou en laissant celle-ci agir sur la feuille par transparence à travers le papier.

Les rayons X produisant plusieurs des effets lumineux (photographie et fluorescence) que donnent les radiations ultra-violettes, nous avons cherché s'ils agissent aussi sur les corps électrisés.

Une lame d'aluminium a été collée sur une plaque carrée d'ébonite, le tout fixé à l'extrémité d'une tige isolante et enfermé dans une caisse de métal communiquant avec le sol; un électromètre de Braun, gradué jusqu'à 1500 volts, communique avec la feuille d'aluminium. Cet électromètre est

protégé également contre toute influence électrique extérieure.

Une fenêtre circulaire percée dans une des faces de la caisse de zinc permettait aux radiations émanant d'un tube sphérique de Crookes d'agir sur la feuille d'aluminium. Toutes les précautions possibles ont été prises pour soustraire la feuille d'aluminium et l'électroscope à l'influence d'actions électriques émanant des fils et de la bobine. Comme avec l'appareil de Tesla on a beaucoup d'ozone, et que l'air de la chambre l'électrise rapidement, on a employé, dans ces expériences, la bobine d'induction ordinaire et l'interrupteur Foucault.

On constate qualitativement que la feuille d'aluminium électrisée se décharge sous l'action des rayons X; qu'il en est de même avec une feuille d'or électrisée; qu'en électrisant les feuilles positivement, la décharge a lieu également, mais un peu moins rapidement, semble-t-il; que l'intensité de l'action diminue quand la distance augmente; cette diminution est plus rapide que l'accroissement de la distance; des mesures plus précises sont nécessaires pour vérifier si la variation a lieu suivant la loi du carré de la distance.

En plaçant devant la fenêtre des écrans divers, on peut déterminer l'absorption qu'ils exercent sur les rayons X. On trouve ainsi que ces rayons traversent une planche de sapin de 1 centimètre, des feuilles d'ébonite, de carton, de papier, etc., mais que chacun de ces écrans exerce sur les rayons une absorption particulière. L'expérience montre que le pouvoir absorbant de chaque corps est facile à mesurer par ce procédé :

1° La lame d'*aluminium* étant soumise directement à la radiation, la chute de l'électroscope de 1.500 volts à 500 volts exige $26^s,5$;

2° La face *ébonite* étant tournée du côté du tube, la radiation n'atteint l'aluminium qu'après avoir traversé l'ébonite; durée de chute : $50^s,5$;

3° Un écran d'*ébonite* est placé devant la fenêtre, de sorte que la radiation n'atteint l'aluminium qu'après avoir traversé deux morceaux d'ébonite; durée de chute : 139^s;

4° La radiation ne traverse que l'écran d'ébonite, la face d'aluminium étant de nouveau tournée contre l'écran comme dans la première expérience; durée de chute : 88^s.

La différence $139 - 88 = 51^s$ exprime l'effet produit par la face *ébonite* de l'expérience 2, qui avait donné directement 50^s5. — Ce procédé, plus commode que l'emploi de substances fluorescentes, permet une *photométrie relative* des rayons X.

En répétant et variant les expériences avec les radiations émanant des tubes de Crookes, nous avons constaté quelques faits qui nous paraissent jeter un peu de jour sur l'origine et la nature de ces radiations, à moins qu'il ne s'agisse peut-être de phénomènes concomitants :

Un tube de Crookes étant placé dans une caisse de sapin à parois de 1 centimètre d'épaisseur, on constate, en appliquant la feuille fluorescente sur la caisse, que cette feuille luit lorsqu'elle est vis-à-vis de la partie du tube la plus fluorescente. En employant un tube cylindrique à deux électrodes linéaires, on constate que la fluorescence produite à travers la paroi de la caisse, a lieu devant les *deux* électrodes lorsque le tube est actionné par la bobine de Tesla; elle est beaucoup plus faible, mais n'est pas nulle vis-à-vis du verre compris entre les électrodes.

Quel que soit le procédé d'excitation employé, bobine d'induction ou appareil Tesla, on constate, lorsque le tube agit énergiquement sur le platinocyanure à travers la caisse, qu'en appliquant les doigts sur le bois de la caisse, on voit une lueur jaunâtre d'aspect phosphorescent au bout des doigts; en appliquant la feuille de platinocyanure de baryum sur la caisse, l'éclat de la phosphorescence augmente, lorsqu'on approche les doigts de la feuille *même sans la toucher;* cet éclat augmente encore davantage en approchant un objet métallique tenu à la main.

En revanche, lorsqu'on interpose, entre le bois de la caisse et la feuille phosphorescente, un objet métallique ou le doigt, l'ombre de cet objet se projette nettement sur la phosphorescence de l'écran. Si l'écran était une plaque sensible, il est évident que cette ombre formerait une image sur l'impression générale de la plaque. Ce fait a été vérifié facilement par l'expérience: en employant le même tube et une plaque photographique, on a obtenu les images ordinaires de Rœntgen.

Or, une radiation intense ne varie d'intensité qu'avec l'état du corps qui rayonne, et la présence ou l'absence des corps qu'elle éclaire ne change pas sa valeur; ici il n'en est pas de même, la présence de corps conducteurs facilite l'émission des radiations du tube de Crookes; on se trouve en présence d'un phénomène analogue à l'effluve électrique, et il semble que les actions photographiques produites sont bien dues à l'existence d'un effluve de ce genre très homogène et très divisé, mais dont la présence peut être constatée par des expériences électriques directes. Ainsi, en plaçant à une certaine distance de la caisse fermée contenant le tube de Crookes, un petit tube de Geissler très sensible, tube employé pour révéler l'étincelle du résonateur de Hertz, on voit le tube luire jusqu'à 30 centimètres de la caisse; un écran de métal, interposé entre la caisse et lui, intercepte les radiations, et le tube s'éteint; qu'on pratique un trou dans le métal et la radiation reparaît.

. *Les radiations actiniques, qui émanent de la surface des tubes de Crookes, paraissent donc avoir une origine électrique, elles constituent un phénomène analogue à l'effluve électrique, et agissent comme telles sur les plaques sensibles* [1].

Les propriétés de cet effluve peuvent être étudiées aussi bien au moyen de phénomènes électriques, décharges de corps électrisés, illumination de tubes de Geissler, que par celui de réactions lumineuses sensibles à l'ultra-violet.

L'effluve traverse les corps médiocres conducteurs en quantité variable avec l'épaisseur et la nature de ces corps; l'effluve émanant des tubes de Crookes ne se produit probablement que pour un certain degré de vide, nécessaire pour qu'il puisse s'établir et se maintenir une différence de potentiel entre l'électrode et la paroi du verre; aussitôt que le degré de vide n'est plus suffisant, la décharge a lieu et l'effluve disparaît. Pour agir photographiquement et donner des contours définis, il faut que le condensateur, formé par le tube de Crookes, produise sur sa face externe (surface du verre) un effluve très divisé et très homogène; c'est ce qui arrive quand l'électrode est un plan situé à quelques centimètres du verre. Il est probable que cet effluve actinique peut être produit sans tube de Crookes [1].

Henri Dufour,

Professeur de Physique
à l'Université de Lausanne.

[1] On sait que des effets photographiques de l'effluve ont été constatés, et qu'on attribue à son action le voile des plaques photographiques transportées, en plein air, en temps d'orage.

[1] Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, février 1896.

534,86

LES RÉCENTS PERFECTIONNEMENTS

DU PHONOGRAPHE

Le phonographe, dont la découverte remonte à l'année 1877, n'est guère exploité commercialement depuis plus de sept à huit ans. La première application, tout naturellement indiquée, en a été faite aux poupées parlantes : celle d'Edison, celle de Jacques, ont acquis, dans ce petit monde de carton-pâte, une notoriété du meilleur aloi, sans que nous puissions admettre que l'atelier monté à Orange, près du laboratoire d'Edison, et qu'un journal [2] nous disait capable de fabriquer cinq cent poupées par jour, ait été jamais obligé de marcher à plein travail. Beaucoup plus lucrative a été et est encore l'exploitation du phonographe par ces distributeurs automatiques qui, au lieu de nous délivrer, contre monnaie sonnante et trébuchante, une tablette de chocolat ou notre photographie, nous font entendre un fragment de discours ou un morceau de musique : à Chicago, en 1893, le phonographe a fait ainsi de fructueuses recettes, et le goût des Américains pour ces auditions de commande a survécu à la World's fair.

Une application plus sérieuse est celle qu'aux États-Unis on essaie d'en faire à l'instruction : le phonographe devient pour l'élève, qui récite devant lui sa leçon, un enregistreur fidèle, toujours prêt à témoigner des fautes commises; il permet au maître de reproduire et de commenter, au passage, les morceaux choisis qui lui ont été confiés par un lecteur habile, et peut-être y a-t-il là un moyen de populariser cet art de la diction, qui reste trop souvent l'apanage d'une élite. Il faut, en tout cas, y voir un procédé aussi simple qu'efficace pour faciliter l'étude des langues vivantes et familiariser les élèves avec les nuances d'une prononciation qui leur est étrangère. — Le phonographe peut aussi rendre des services dans la correspondance d'affaires : au lieu de dicter ses lettres à un sténographe, qu'on n'a pas toujours sous la main, on peut les enregistrer beaucoup plus vite et sans erreur d'interprétation sur des phonogrammes, qui les dictent à leur tour à un dactylographe. Celui-ci les transcrit, en moins de temps que ne le ferait le sténographe avec ses notes. Ajoutez à cela que, l'instruction professionnelle du dactylographe étant beaucoup moins difficile que celle d'un sténographe, ses appointements peuvent rester beaucoup plus modestes.

A côté de ces applications plus ou moins commerciales, on peut en citer d'autres purement scientifiques. Ainsi, le phonographe a été employé pour mesurer la vitesse du son : en émettant un son très bref devant un cornet aboutissant au phonographe par deux branches, l'une droite, l'autre recourbée, et dès lors plus longue, les ondes acoustiques arrivent plus vite au phonographe par le premier chemin que par le second, et impriment sur lui deux tracés, dont on peut, après coup, rendre l'écartement sensible et mesurable, en faisant tour-

[2] *Scientific American* du 26 avril 1890.

ner le phonographe plus lentement pour la reproduction que pour l'enregistrement des sons. Avec le même appareil, on mettra en relief le silence produit par l'interférence de sons discordants d'une demi-longueur d'onde; Hopkins s'est aussi servi du phonographe pour mesurer le temps, pour étudier les flammes sonores de Kœnig.

Aux divers usages que nous venons d'énumérer, la pratique ne manquera pas d'en ajouter de nouveaux, auxquels l'appareil se prêtera aisément : car il est d'ores et déjà assez perfectionné pour un emploi courant. Aussi le moment nous a-t-il paru bien choisi pour consacrer au phonographe une étude d'ensemble, au cours de laquelle nous fixerons l'état de ses divers éléments, en appelant plus spécialement l'attention sur les perfectionnements dont il a été l'objet dans ces derniers temps.

Pour marquer les divers points que nous avons à étudier, rappelons sommairement en quoi consiste un phonographe. Les ondes sonores, que l'instrument a pour mission d'enregistrer, une fois pour toutes, et de reproduire ensuite à volonté, sont reçues par une membrane ou *diaphragme*, dont les vibrations sont transmises à un *style*, chargé de les imprimer à la surface d'une matière suffisamment plastique, le *phonogramme*. Naturellement, pour que les sillons tracés par le style sur le phonogramme ne se recouvrent pas, il faut animer ces deux organes d'un mouvement relatif convenable. C'est en imprimant le même mouvement au phonogramme et à un autre style, solidaire d'un diaphragme *parleur*, parfois le même que le diaphragme *récepteur*, qu'on arrive à imprimer à la membrane parleuse des vibrations semblables à celles qui ont agité la membrane réceptrice, et à reproduire les sons initiaux.

Nous avonc donc à examiner successivement : les *opérateurs* (*enregistreur* et *parleur*), le *phonogramme*, et le *mécanisme moteur*. Nous terminerons notre étude en donnant quelques-uns des dispositifs propres à assurer la distribution automatique des auditions, et en décrivant le phonographe Édison-Bell du dernier modèle.

I. — Organes opérateurs

Les organes qui enregistrent les sons, et les reproduisent quand un mécanisme leur imprime les vibrations correspondantes, comprennent diverses pièces, qui sont : les diaphragmes et leurs accessoires, et les styles.

§ 1. Diaphragmes.

Les membranes peuvent être de substances fort diverses. Après avoir employé la baudruche, dans son type de 1887, Édison l'a ultérieurement remplacée par le verre, qui a l'avantage d'être homogène, élastique et inaltérable par l'humidité; cependant au verre il préfère, pour le parleur, la soie vernie. Dans le *graphophone Bell-Tainter* [1], le récepteur est en mica, le parleur en mica ou papier. M. White emploie l'aluminium, ondulé sur ses bords, qui lui donne, paraît-il, des résultats fort remarquables.

L'épaisseur donnée aux diaphragmes est minime : un dixième à un tiers de millimètre. MM. Salomon Frank et Louis Rosenthal, de Francfort-sur-Main, préconisent cependant les diaphragmes en métal, de deux à quatre millimètres et même plus. Ils ont reconnu que les ondes sonores ont assez d'énergie pour faire vibrer des plateaux de ce genre, et que ces derniers transmettent au style assez de force pour effectuer le tracé phonographique sur des substances moins molles que celles ordinairement employées, et telles que le plomb, le zinc, le laiton, le cuivre, le fer, même l'acier. Leurs conclusions demanderaient, il nous semble, à être vérifiées, au moins pour les derniers termes de la série. Ne seraient-elles exactes que pour les autres qu'elles fourniraient peut-être le moyen d'avoir des phonogrammes plus durables que ceux dont on se sert habituellement. Il ne faut pas oublier que c'est là un *desideratum* encore imparfaitement réalisé. Berliner [2] a bien trouvé le moyen d'obtenir des phonogrammes métalliques, mais indirectement, et non par l'impression immédiate des vibrations du style.

Dans les premiers phonographes, la membrane vibrait librement dans son support : aussi les ondes sonores de grand volume lui imprimaient-elles des mouvements disproportionnés. Actuellement le diaphragme ne lance plus sa pointe dans le vide, mais comprime une matière élastique, dont le contact la maintient toujours tendue, et qui, tout en emmagasinant une énergie suffisante pour renvoyer vivement la membrane, offre cependant assez de résistance pour amortir les vibrations parasites. Comme le remarque Édison, qui emploie pour cet usage une pastille de caoutchouc, on a ainsi un mécanisme desmodromique, à chaîne cinématique fermée, et non plus à chaîne ouverte. Les mouvements de la pointe, bien que guidés, sont extrêmement faciles, mais seulement entre des limites très rapprochées : car la résistance opposée à ces mouvements augmente très vite avec la pénétration du style. De la sorte les tons fondamentaux perdent de leur importance sur le récepteur, tandis que le parleur exagère au contraire les tons faibles et les

[1] Brevet anglais du 22 octobre 1892.

[2] Voyez à ce sujet la *Revue*, n° du 15 mai 1890, t. I, pages 287 à 288.

liaisons, manifestées par de petits mouvements de la membrane. Ces liaisons nettement exprimées se distinguent ainsi très bien des grincements inévitables de l'appareil. Il en résulte une reproduction très claire des sons enregistrés.

Un tube acoustique amène les ondes sonores sur la membrane. Dans le *graphophone Bell-Tainter*, ce tube se termine par un cône, qui répartit uniformément les vibrations sur une plaque

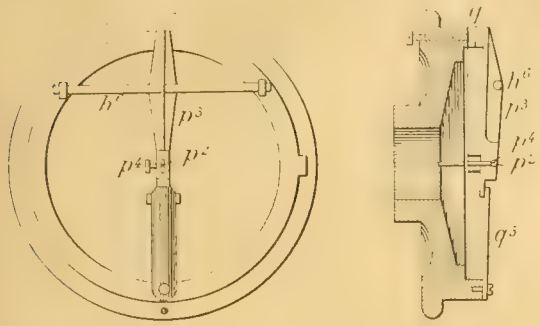


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Style traceur* (modèle Edison 1887). — p^2, lame d'acier, rendue solidaire, par la vis de pression p^4, du levier p^3, articulé autour de l'axe h^6 et butant d'un côté sur le bloc de caoutchouc q, de l'autre sur le ressort q^3.

percée de trous, placée à une faible distance de la membrane. Cette disposition donne, paraît-il, de très bons résultats.

§ 2. — Porte-diaphragmes.

Le porte-diaphragmes (fig. 19, 21, 22) est constitué par deux anneaux, accolés comme ceux

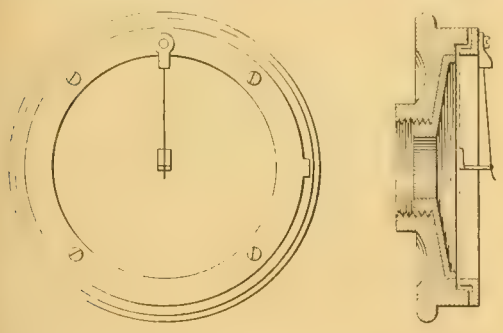


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 3 et 4. — *Style parleur* (modèle Edison 1887).

d'une paire de lunettes, et dans lesquels sont fixées, ordinairement par l'intermédiaire de couronnes de caoutchouc, qu'on presse à volonté, la membrane réceptrice et la membrane reproductrice. Il est relié au chariot, qui le supporte, et qui, d'habitude, a pour but de le faire voyager le long du cylindre à phonogrammes, par une vis autour de laquelle il pivote, de manière qu'on puisse amener au contact du cylindre soit l'enregistreur, soit le parleur. Du côté opposé à celui de la vis de rotation, le porte-diaphragmes repose sur une vis micrométrique, destinée à régler la distance de l'opérateur au cylindre.

Quand la même membrane est à la fois réceptrice et parleuse, le porte-diaphragmes se réduit à un anneau, et, pour lui faire remplir l'un ou l'autre de ces rôles, il n'y a qu'à amener au contact du phonogramme celui des styles qui s'y rapporte.

Dans le *phonographe duplex de MM. Magenis et Richmond*, le porte-diaphragmes est double, comme les membranes elles-mêmes; il circule entre deux cylindres, sur chacun desquels s'inscrit le phonogramme : l'un d'eux sert de réserve et de témoin. On peut en cloisonnant le porte-diaphragmes dicter dans chaque cornet un phonogramme distinct, ou même écouter dans l'un et parler dans l'autre.

§ 3. — Styles.

Dans l'*appareil Edison* (*type de* 1887), le style enregistreur (fig. 1 et 2) était constitué par une lame

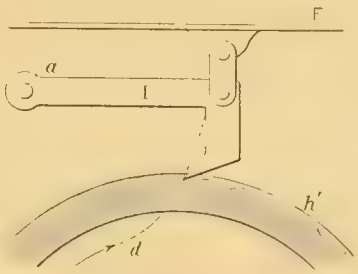


Fig. 5. — *Style traceur* (modèle Edison 1889). — F, membrane réceptrice; I, bras du style oscillant autour de a recevant le mouvement de F; h', sillons du phonogramme

d'acier p^2, taillée en biseau, comme le tranchant d'un outil, et fixée, au moyen d'un peu de cire, à la membrane, ou du moins à une pastille de caoutchouc occupant le centre de cette dernière. Une vis de pression p^4 le rendait solidaire d'un levier p^3, articulé autour d'un axe h^6, qui butait à une de ses extrémités sur un bloc de caoutchouc q, et à l'autre sur le ressort q^3. Le style parleur (fig. 3 et 4) était constitué par un fil, à bout arrondi, pour ne pas érailler les sillons du phonogramme, et cependant moins large que ces derniers, de manière à en suivre facilement le fond. Quand ce bout portait sur les arêtes des sillons, on s'en apercevait fort vite au grincement particulier qui en résultait. Le style était relié à la membrane par un morceau de caoutchouc, la maintenant toujours tendue.

Dans son modèle de 1889 (fig. 5), pour augmenter la netteté de l'articulation des sons aspirés, Edison a fait agir le style traceur, non plus perpendiculairement, mais obliquement à la surface du phonogramme, de manière que la composante tangentielle de son mouvement soit de sens opposé à celui du phonogramme quand la pointe s'en

éloigne, et de même sens quand elle s'en rapproche. Par ce dispositif les ondulations du style se trouvent allongées pendant les phases où il pénètre dans le phonogramme et raccourcies pendant celles où il s'en dégage ; et, au lieu d'obtenir des tracés tels que A et B (fig. 6), espèces de sinusoïdes régulières à contours arrondis, on obtient

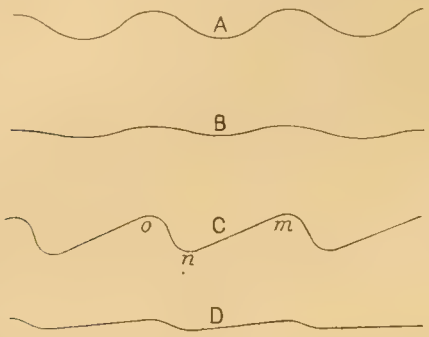


Fig. 6. — *Tracés comparatifs des sons aspirés avec les anciens* (A B) *et les nouveaux* (C D) *styles traceurs Edison.*

des courbes dissymétriques à dents de scie, telles que C et D. Or, on sait que la puissance du phonogramme augmente avec la raideur du tracé, du moins lorsque ce dernier est disposé de façon que le style parleur gravisse d'abord la pente abrupte et descende graduellement la partie douce, de

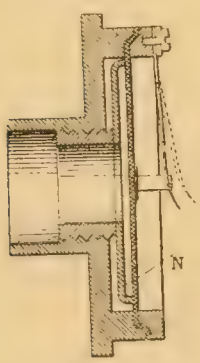


Fig. 7.

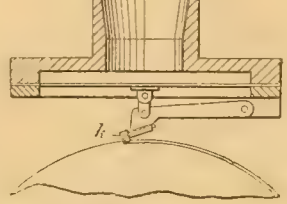


Fig. 8.

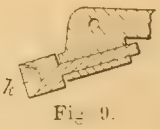


Fig. 9.

Fig. 7. — *Style parleur* (modèle Edison 1889). — N, disque dont la pression sert à tendre le diaphragme récepteur.
Fig. 8 et 9. — *Style traceur hémisphérique k* (modèle Edison postérieur à 1889).

manière à bien atteindre le fond du sillon sans jamais rebondir. Les sons aspirés, dont les ondulations sont plus faibles que celles des voyelles, sont ainsi renforcés. L'articulation de ces dernières a aussi été rendue plus nette par la forme du tranchant : elle est telle que le style aborde la cire du phonogramme sous des angles de coupe et de dégagement analogues à ceux des outils à travailler les métaux, de manière à creuser des sillons sans bavures.

Le style parleur (fig. 7) était formé par une lame de bronze phosphoreux, à pointe polie au rouge, supportée par un étrier, fixé lui-même par un petit bloc de liège au centre du diaphragme. Ce dernier, en soie vernie, était tendu par la pression d'un disque N. Quant au style, une petite menotte lui permettait de légers déplacements dans le sens horizontal, pour qu'il pût suivre exactement le sillon ; un ressort à vis (ou un dash-pot) maintenait d'ailleurs ses mouvements dans de sages limites.

Postérieurement à 1889, le tranchant du style traceur (fig. 8 et 9) fut fait hémisphérique, et, à mesure qu'il s'émoussait, on le retournait légère-

Fig. 10. — *Sillon en chapelet donné par le style traceur hémisphérique.*

ment dans sa douille (où il était maintenu par un ciment fusible), de manière qu'il attaquât le phonogramme par une arête toujours vive. Le sillon affectait la forme d'un chapelet (fig. 10), que suivait aisément la pointe mousse du parleur (fig. 11) ; il n'était d'ailleurs pas nécessaire que cette pointe suivît exactement le fond du sillon ; elle pouvait s'en écarter légèrement, sans que l'articulation des sons reproduits en fût troublée : car les bords du sillon eux-mêmes provoquaient une reproduction très nette des ondulations du style traceur.

Dans les *phonographes Edison* à une seule mem-

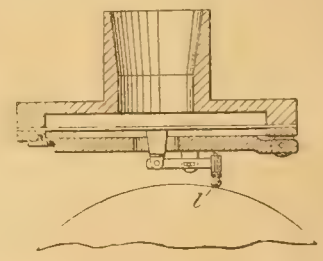


Fig. 11. — *Style parleur à pointe mousse l* (modèle Edison postérieur à 1889).

brane, les styles sont à peu de chose près faits comme nous venons de le dire ; la membrane les attaque non pas directement, mais par un levier articulé, à l'extrémité duquel ils sont disposés, chacun dans une douille. La membrane à la fois réceptrice et reproductrice peut tourner sous l'action d'un levier : quand ce dernier repose sur une boîte fixe, c'est le couteau traceur qui agit ; quand il s'appuie sur une autre butée, celle-là mobile, c'est la pointe parleuse qui entre en jeu.

Dans le *graphophone Bell-Tainter*, le style traceur a la forme très pointue de la figure 12 ; il ouvre un

sillon d'environ $0^{mm},025$ de profondeur. Le style parleur (fig. 13) est relié, à l'intérieur d'un tube, par un fil de soie, à la membrane en papier ou en mica. Ce mode de montage lui permet de suivre sans broutements les moindres détails du sillon. M. Tainter a été conduit à ces dispositions, fort différentes de celles des autres inventeurs, par le désir de donner à son parleur une grande sensibilité et à son récepteur une grande puissance.

Le parleur du *micrographophone de M. G. Bettini*

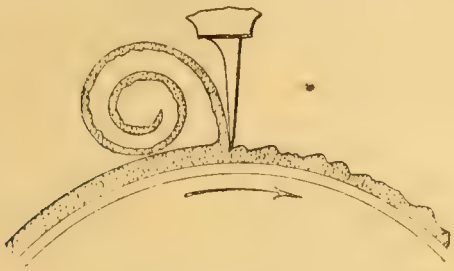


Fig. 12. — *Style traceur* (modèle Tainter).

présente cette particularité qu'il est relié au diaphragme, non par un seul point, mais par plusieurs, coïncidant avec les ventres d'une membrane unique ou avec les centres de plusieurs membranes groupées symétriquement. D'après l'inventeur, on obtiendrait ainsi des sons plus harmonieux, plus nets et surtout plus puissants. Le même style peut être employé comme traceur,

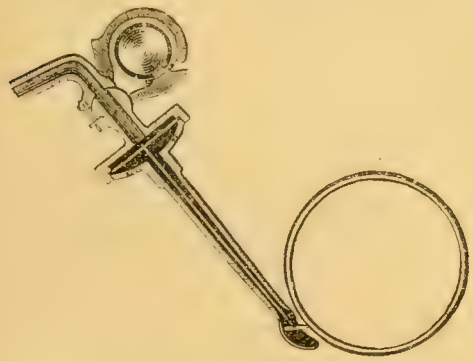


Fig. 13. — *Style parleur* (modèle Tainter).

en ayant le soin de faire buter contre lui une crémaillère, de manière à empêcher la membrane de reculer à l'intérieur de sa position moyenne; quand il est employé comme parleur, on laisse au diaphragme toute sa liberté.

Divers dispositifs ont été imaginés pour régler automatiquement la position des styles par rapport aux phonogrammes. Edison notamment a essayé plusieurs moyens fort ingénieux : par butée, par vis de pression, par encliquetage simple ou double, par bouton, par vis et cliquet [1].

[1] *Lumière électrique*, t. XXXVII, p. 517 et suivantes.

Le style, en suivant le sillon, racle la poussière qui s'y trouve accumulée, et cela peut nuire à la netteté des sons reproduits. Pour éviter cet inconvénient, M. J.-W. Mackintosh, de Brooklyn [1], attache au cylindre porte-phonogrammes une petite brosse *a* (fig. 29 et 30) contre laquelle vient frotter le style, après qu'il a parcouru le sillon phonographique. Cette brosse vient, à son tour, dans sa course, se nettoyer contre un faisceau de fils de fer *y* (fig. 30).

II. — Phonogrammes.

Dans les premiers phonographes Edison, c'était une feuille d'étain qui enregistrait les vibrations de la membrane ; mais cette matière très sensible avait l'inconvénient d'être fort peu consistante, et la durée des phonogrammes était précaire. Dès 1878, Edison avait spécifié l'emploi de papier enduit de paraffine, de gomme laque ou de cire; mais, comme ces substances ont un coefficient de dilatation différent de celui du papier, il en résultait, pour les phonogrammes ainsi construits, des craquelures qui en rendaient l'emploi impossible. En 1888, Edison trouva le moyen d'éviter ces craquelures en constituant le phonogramme d'une masse homogène de cire, libre de se dilater uniformément dans toutes les directions. De cette innovation date réellement le développement du phonographe.

On ne peut d'ailleurs pas employer la première cire venue : celles du commerce, cire d'abeilles, paraffine, cérésine, extraite de l'ozokérite (cire fossile ou paraffine naturelle : $C^n H^{2n}$) seraient trop molles. Edison les durcit en les mélangeant avec de la cire de Carnauba. La proportion de cette dernière varie de 10 à 50 °/₀ ; plus on en force la dose, plus on augmente la puissance et la netteté des sons ; à en trop mettre, on finirait par les rendre nasillards, comme ceux de l'ancien phonographe. On peut d'ailleurs en ajouter d'autant plus que la pointe du parleur est plus fine.

Même avec la cire seule, il se serait produit des craquelures, si on avait laissé le cylindre creux se refroidir dans son moule autour du noyau; on les évitait en démoulant quand la cire était déjà consistante, mais encore chaude. Pour faciliter cette opération, le moule et le noyau étaient légèrement tronconiques.

Un autre moyen d'éviter les craquelures consistait à munir le moule d'une arête, de sorte que le cylindre coulé était fendu suivant une de ses génératrices. Pendant le refroidissement, la contraction de la cire s'opérait librement, sans d'autre résultat que l'élargissement de la fente, qui atteignait

[1] Brevet américain du 15 octobre 1892.

5 à 6 millimètres. Pour boucher cette dernière, on montait le cylindre sur un mandrin et on ajustait sur la fente une auge, fermée seulement aux deux bouts, dans laquelle on coulait la cire de remplissage. Le finissage du phonogramme s'opérait en le tournant, après en avoir alésé l'intérieur, ou plus simplement en le comprimant, à 40 degrés environ, entre les surfaces d'un moule et d'un mandrin bien polis.

Edison a ultérieurement employé un mélange parfaitement homogène de 100 parties de gomme (gum demar) pour 65 de cérésine, ou encore une espèce de savon, oléate ou stéarate de plomb ou de

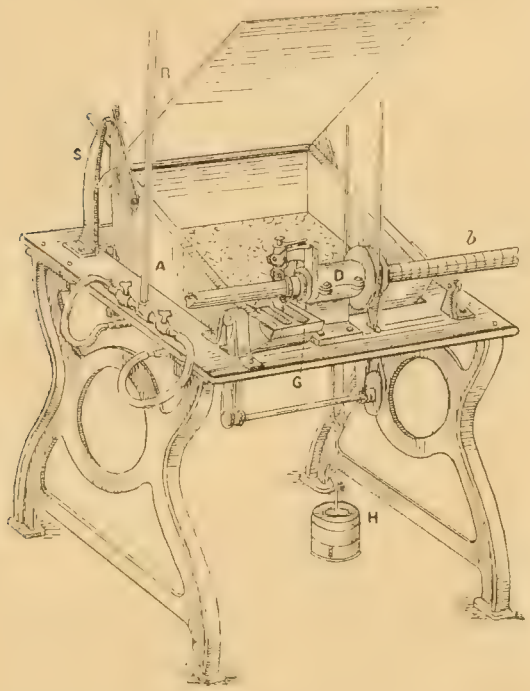


Fig. 14. — *Perspective de l'appareil Edison (modèle 1890), pour la fabrication des phonogrammes.* — *b*, tube en carton servant de support à la cire du phonogramme. — D, gaîne dans laquelle s'engage le tube *b*, et qui lui communique un mouvement de rotation autour de son axe, en même temps qu'elle permet un mouvement de translation suivant cet axe. — A, bac plein de cire fondue. — G, poche formant l'avant du bac A. — H, poids faisant basculer le bac A de manière à y maintenir invariable le niveau du bain de cire. — S, cliquet empêchant tout recul pendant le mouvement du bac. — R, tuyau amenant aux brûleurs un courant de gaz d'éclairage.

magnésie, durci par de la cérésine, et même du stéarate de soude. Il coulait ces substances sur une forme constituée par un fil de chanvre bobiné autour d'un mandrin. Quand il employait le stéarate de soude, ou une autre substance dure et friable comme lui, il remplaçait le fil de chanvre par une matière ayant à peu près le même coefficient de dilatation que lui, et plus résistante, de l'asphalte par exemple.

Depuis 1890, Edison a recours, pour fabriquer ses phonogrammes, à un procédé plus expéditif et plus économique, dont les figures 14 à 18 représentent l'outillage.

La légende qui les accompagne nous dispense de plus longues explications. Disons seulement que le rouleau de papier *b* (Edison est ainsi revenu au papier comme support de la cire, mais la disposition en rouleau obvie aux inconvénients que nous avons signalés, provenant des différences de dilatation des deux substances en contact) tourne en avançant, suivant son axe, au contact d'un galet conique *g*, chargé d'appliquer sur lui la cire dont il s'est lui-même imprégné, en plongeant par sa partie basse dans un bain de cette matière. Les tubes ainsi préparés ont 2 mètres de long; on n'a plus, au sortir de l'appareil, qu'à les découper à la demande des cylindres à phonogrammes, qui ont environ 115 millimètres de long sur 50 millimètres de diamètre.

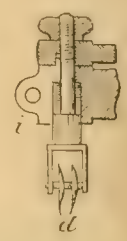


Fig. 15. — *Détails des galets d, d, des figures 17 et 18.*

Les phonogrammes flexibles, destinés à être envoyés par la poste, se fabriquent en faisant passer à chaud un mélange d'asphalte et de cire du Japon à travers une filière, à la sortie de laquelle il tombe, sous forme de bandes, dans un récipient plein d'eau, qui le fige immédiatement. Ces bandes sont ensuite collées sur des feuilles de papier sans fin, qu'on plie pour les expédier, et qu'il suffit d'ouvrir pour les transformer en phonogrammes cylindriques. Après séchage, on les saupoudre de talc ou de kaolin, pour éviter toute adhérence pendant l'expédition.

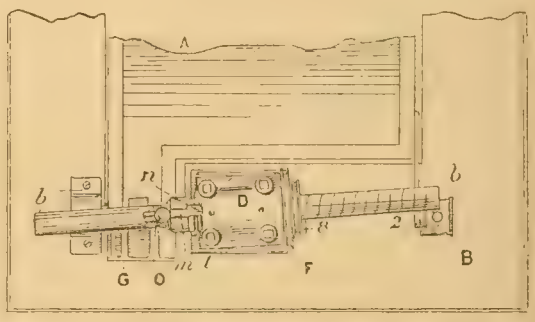


Fig. 16. — *Plan de l'appareil Edison pour la fabrication des phonogrammes.* — Les lettres ont la même signification que dans la fig. 14.

Un compatriote de M. Edison, M. W. Bruening, emploie pour ses phonogrammes un alliage contenant à peu près 8 parties en poids de bismuth, 4 de plomb, 3 d'étain.

MM. Bell et Tainter enduisent d'ozokérite un cylindre de papier, constitué par l'enroulement à joints recouverts d'une bande de cette substance autour d'un mandrin approprié. Pour expulser de la cire les bulles d'air qui peuvent s'y trouver, on

passe plusieurs fois le cylindre dans un moule, chauffé au bain-marie, à 100° environ, jusqu'à ce que la cire présente un aspect mat et uniforme. Le polissage s'opère à l'aide d'une filière d'acier chauffée par une couronne de gaz. Ces cylindres peuvent facilement s'expédier par la poste; mais nous ne répondrions pas qu'ils se conservent aussi longtemps que ceux d'Edison. Le bon marché de leur fabrication rend d'ailleurs inutile de les faire servir à plusieurs enregistrements successifs.

Les phonogrammes d'Edison sont au contraire souvent réemployés, tout au moins quand ils ne sont pas faits pour être expédiés par la poste. Avec

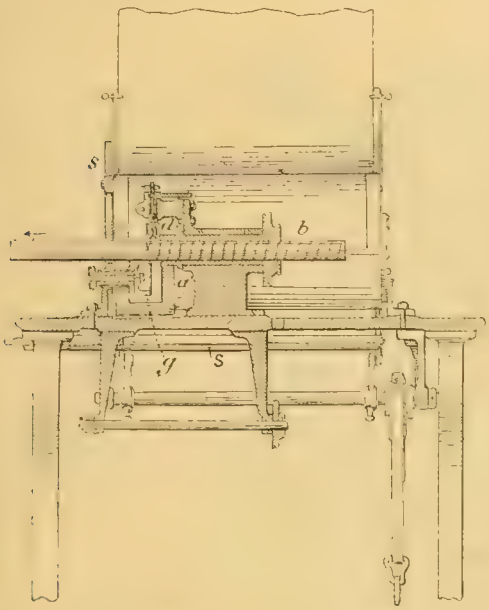


Fig. 17. — *Coupe médiane de l'appareil Edison pour la fabrication des phonogrammes.* — *d*, *d*, galets obliques produisant le mouvement de translation du rouleau *b* en s'enfonçant dans le carton, sous la pression du ressort *i*; *g*, galet conique plongeant par le bas dans la poche G, et appliquant sur le tube, à mesure qu'il avance, une couche de cire uniforme. — S, S, brûleurs destinés à maintenir la cire liquide. Les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 14.

l'appareil de 1887, on se servait, pour faire disparaître un ancien tracé, d'un outil à vis micrométrique, fixé au bras-support des opérateurs, et qui produisait un véritable tournage du cylindre jusqu'au fond des rainures existantes. Pour enlever les traces de ce premier outil et obtenir une surface parfaitement unie, Edison a proposé de repasser le cylindre au moyen d'un fil de platine, dont la position était aussi réglée par une vis micrométrique et que chauffait un courant électrique.

Dans le phonographe de 1889, la cire, avant son attaque par le style du récepteur, était bien égalisée par un outil, qui précédait ce style et dont le tranchant était disposé obliquement, de manière à donner aux criques, que produit inévitablement le planage, une direction inclinée sur les génératrices du cylindre à phonogrammes, et de diminuer ainsi le broutement du style.

Les couteaux employés pour le tournage des cylindres étaient primitivement en acier; postérieurement à 1889, Edison a abandonné cette substance, parce qu'elle s'émoussait trop vite, et lui a substitué le saphir. Afin d'éviter l'éparpillement des fragments détachés par le couteau, on humecte le phonographe, avant le tournage, avec de l'eau, du sulfure de carbone ou une dissolution alcaline, et pour recueillir les copeaux, on dispose une glissière derrière le couteau.

Malgré cela, M. Béla-Steiner, de Budapest[1], repro-

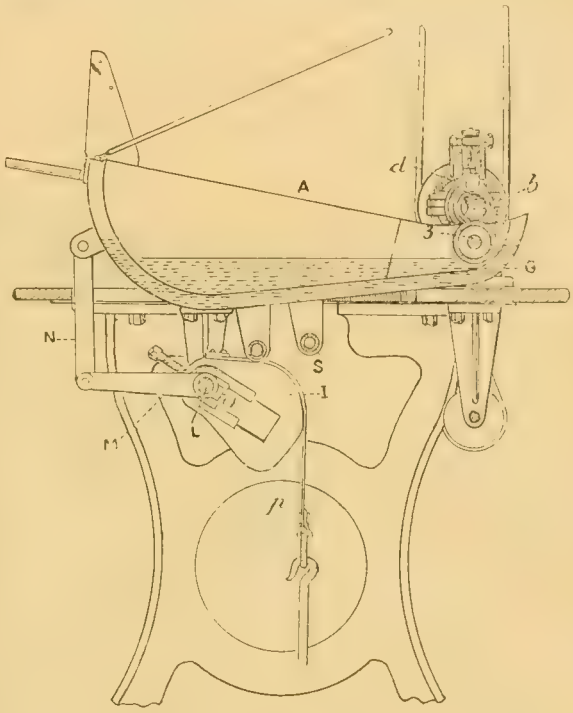


Fig. 18. — *Coupe transversale de l'appareil Edison pour la fabrication des phonogrammes.* — I, L, M, N, came, axe et leviers du mécanisme de bascule.

che au tournage d'occasionner l'incrustation dans le cylindre d'un plus ou moins grand nombre de parcelles qui nuisent à son utilisation ultérieure; il remarque aussi que le procédé entraîne forcément un certain gaspillage de la substance du phonogramme par la diminution de son diamètre, qui à son tour rend nécessaire le réajustage des styles. Il propose de lui substituer un réchauffage du phonogramme, pendant qu'il tourne : la fusion, dont celui-ci devient alors le siège, produit l'oblitération des rainures. Dès que ce résultat est atteint, on peut arrêter l'action de la chaleur, mais à la condition de maintenir la rotation du cylindre pendant quelque temps, jusqu'à ce que la masse soit redevenue assez dure pour ne plus se déformer

[1] *Brevet anglais* du 11 juin 1892.

en se refroidissant. On obtient de la sorte une surface bien unie. Il est nécessaire, pour qu'on puisse appliquer ce procédé, que le support de la substance utile soit constitué par une matière telle que le bois, la porcelaine ou un métal, qui ne soit pas elle-même affectée par la chaleur.

Sur la surface bien lisse du phonogramme le style enregistreur trace son sillon. Dans cette rainure fort peu profonde, il est assez difficile d'ajuster le style parleur à son point d'origine, au début d'une opération, et de le maintenir dans le sillon, pendant tout le cours de l'audition. Cela a donné l'idée à M. J. W. Mackintosh, de Brooklyn [1], de pratiquer à la surface du phonogramme, avant qu'il reçoive les impressions du style traceur, des rainures relativement profondes, dans l'intérieur desquelles se fait l'enregistrement. L'inventeur y voit un triple avantage : 1° assurer l'ajustage et le guidage du style parleur; 2° offrir au tracé phonographique une protection efficace contre les dégradations; 3° profiter des arêtes, qui séparent les rainures, pour produire le déplacement des styles le long du cylindre, par l'application d'un procédé que nous décrirons ultérieurement.

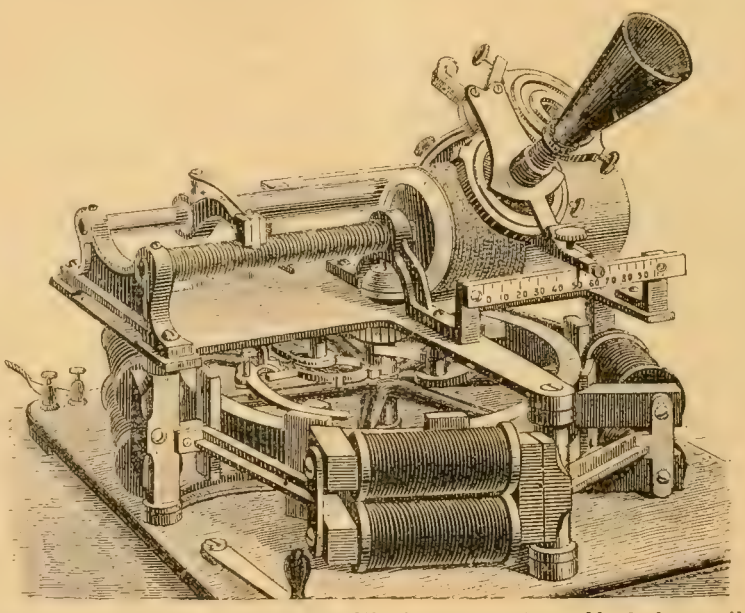


Fig. 19. — *Phonographe Edison* (modèle de 1887). — *Ensemble de l'appareil.*

Le plus souvent, comme nous l'avons implicitement supposé pour la plupart de ceux dont nous avons parlé, les phonogrammes sont constitués par des cylindres creux, qu'on enfile, au fur et à mesure des besoins, sur un noyau cylindrique, faisant partie intégrante de l'appareil; le tracé affecte alors la forme d'une hélice. C'est, comme nous le verrons, le cylindre, qui se prête le mieux à la réalisation des mouvements respectifs du phonogramme et des styles. Quelquefois cependant, comme dans les *appareils Berliner*, et *Frank et Rosenthal*, le phonogramme est constitué par un disque plan, et le tracé revêt la forme d'une spirale. Nous verrons comment, dans le second de ces instruments, le mécanisme moteur est disposé pour que la vitesse linéaire du style reste la même malgré les variations de sa distance au centre du disque. MM. Elliott donnent à leurs phonogrammes la forme d'une bande sans fin, tendue sur un cylindre, par l'intermédiaire d'un poids tournant et de tambours moteurs, qui reçoivent leur mouvement d'une dynamo. Mais il semble que cette bande doit être bien difficile à ajuster pendant son mouvement et à conserver quand elle a été impressionnée.

III. — Mécanisme moteur.

Deux types se partagent, à cet égard, les appareils phonographiques, suivant que le phonogramme est mobile ou fixe.

Pour assurer les mouvements respectifs du style et du phonogramme, dans les premiers appareils Edison, en même temps que le cylindre tournait autour de son axe, il était animé d'un mouvement de translation le long de cet axe, devant le style, qui, lui, restait fixe. Dans le phonographe de 1887 (fig. 19, 20), le cylindre ne fait plus que tourner autour de son axe, et c'est le style qui se déplace le long du phonogramme.

§ 1. — Appareils à phonogramme mobile.

Le moteur consiste en un volant de bronze, dont l'arbre vertical tourne sur une crapaudine en rubis, et qui est armé de 10 pôles D_2 (fig. 20), successivement attirés par quatre électro-aimants C^1. Le mécanisme, chargé d'assurer au moteur la régularité de marche, indispensable au bon fonctionnement de l'appareil, est constitué par une masse centrifuge d^2, que le volant entraîne dans sa rotation, et qui, articulée en d^1, rompt le courant en d^5 quand la vitesse acquise lui permet de repousser le contact d^3, malgré le ressort antagoniste d^4. L'action de ce régulateur, jointe à la masse du volant et à la successivité des impulsions des électro-aimants, permet de réaliser un moteur à la fois assez régulier et assez lent pour que la transmission de son mouvement au cylindre du

[1] *Brevet américain* du 15 octobre 1892.

phonographe s'opère simplement par deux pignons coniques en cuir, pressés l'un contre l'autre par un ressort. Le cylindre fait 60 tours par minute pour reproduire la parole, et 100 pour la musique. Son arbre se prolonge (fig. 19) par une vis, qui participe à son mouvement de rotation, et sur laquelle est monté un quart d'écrou, formant l'extrémité d'un bras dont l'autre bout est relié à un manchon, solidaire lui-même du chariot qui porte les membranes. A mesure que le cylindre tourne et que l'écrou avance sur la vis, le manchon glisse, le long de l'axe, parallèle à celui du cylindre, qui le supporte, et fait avancer le chariot. Les filets de la vis et de l'écrou, à pas très court (25 millimètres), sont inclinés, de manière à rendre tout recul impossible; pour qu'ils restent bien en prise, un ressort appuie l'écrou sur la vis ; on le dégage, quand on veut ramener le style en arrière.

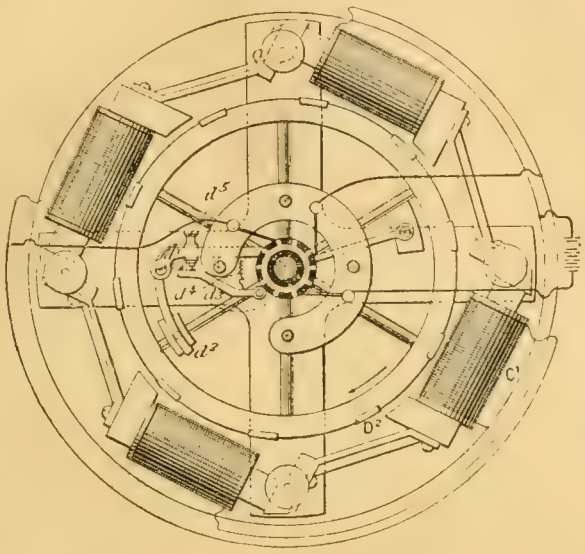


Fig. 20.—*Phonographe Edison* (modèle de 1887). — *Mécanisme moteur et son régulateur.* — C^1, électro-aimant *s* attirant les pôles D^2; d^2, masse centrifuge entraînée par le volant dans sa rotation; articulée en d^1, elle rompt le courant en d^5, quand la vitesse acquise lui permet de repousser le contact d^3, retenu par le ressort d^4.

Postérieurement à 1887, Edison a employé, pour transmettre le mouvement de l'électro-moteur au cylindre du phonographe, une courroie, et pour régulateur un interrupteur à force centrifuge, mû aussi par une courroie. Dans le *modèle de* 1889 (fig. 21 et 22), l'électro-moteur a quatre pôles ; son armature, du type Gramme, est reliée à son arbre par trois disques de bois à fibres alternées. Dans le type actuel, le mouvement est souvent donné, à l'aide d'une simple manivelle à main, par la personne qui se sert du phonographe.

Pour assurer, après chaque audition, le retour du style à sa position de départ, le dispositif employé par Edison, comme d'ailleurs par presque tous les inventeurs, consiste à dégager de sa vis l'écrou de la marche directe et à engager un écrou similaire avec une autre vis parallèle à la première. Comme cette dernière est munie d'un filetage dont le sens est inverse et le pas plus grand que dans celui de la vis directe, le mouvement du chariot se produit vers l'arrière, et plus rapidement que vers l'avant. Les changements des écrous en prise se

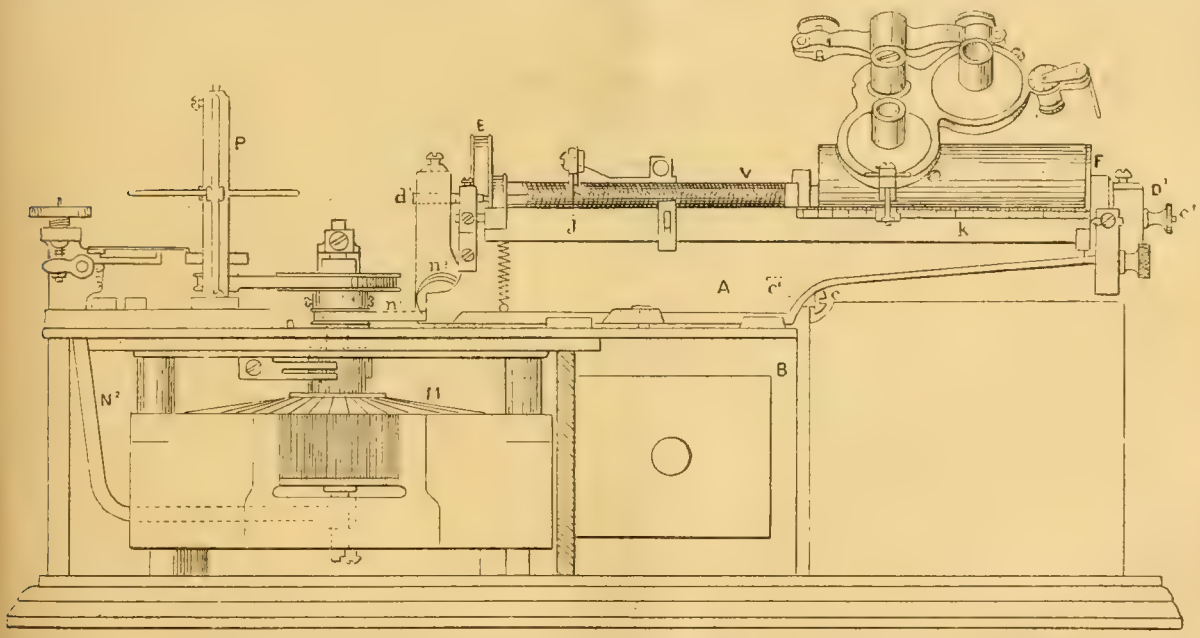


Fig. 21. — *Élévation du phonographe Edison* (modèle de 1889). — A, B, bâti de l'appareil ; F, porte-phonogramme ; K, échelle graduée ; V, vis sur laquelle engrène l'écrou *j* pour le retour du chariot ; M, électro-moteur.

font d'ailleurs automatiquement. On peut aussi les provoquer en cours de route, de manière à interrompre une audition et à la recommencer, à telle de ses phases qu'on le désire.

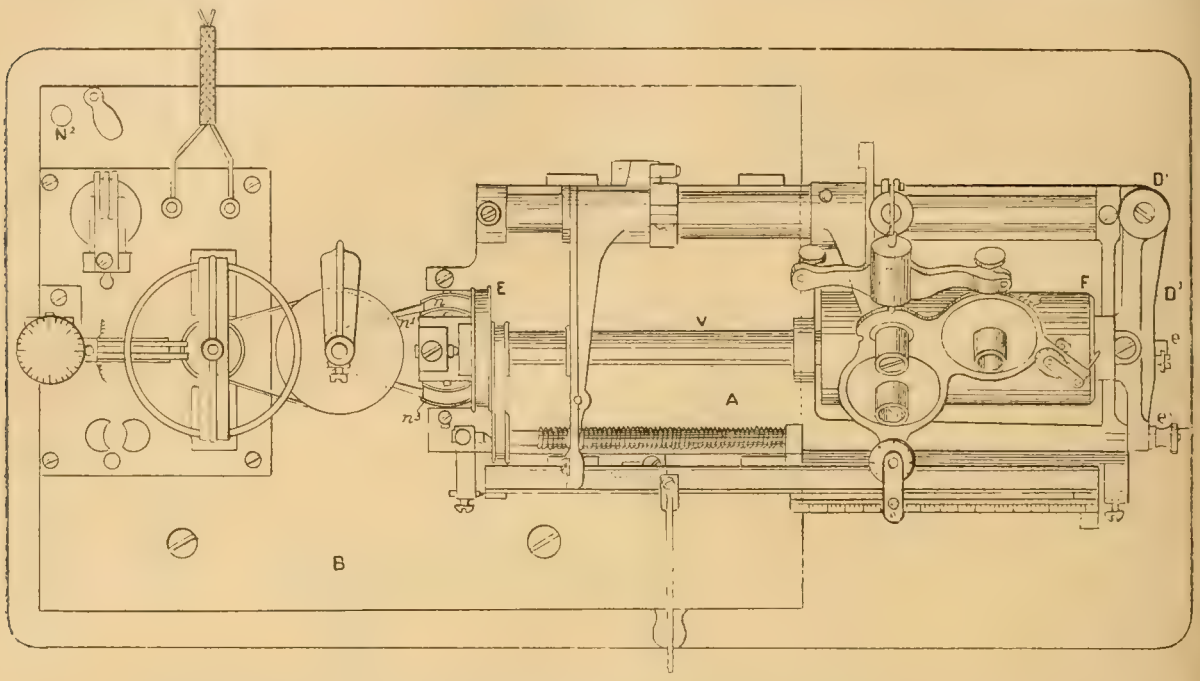


Fig. 22. — *Plan du phonographe Edison* (modèle de 1889). — F, porte-phonogramme glissant sur l'axe V, qui reçoit son mouvement du mécanisme moteur, situé à gauche, au moyen des courroies et poulies n, n^1, n^3, E.

Pour faciliter ces interruptions et ces reprises, Edison a recours à la disposition des figures 23 à 26, qui, lorsqu'on presse sur un simple bouton électrique 109, permet de dégager le style du sillon. Cette pression a, en effet, pour résultat de fermer le circuit 108 et d'actionner l'électro 107, dont l'armature prend la position horizontale, représentée en pointillé; la tige 120, solidaire de cette armature, soulève alors le porte-diaphragme 96; le dash-pot 106 sert à régulariser le mouvement de la tige 120. La figure 26 représente le dispositif employé pour tenir le style éloigné du cylindre, quand, par exemple, on racle un vieux tracé : il consiste à passer, sous la plaque 121, qui porte le style, la languette 123. Pour ramener la pointe au contact du cylindre, on agit, par l'excentrique et la came représentées en pointillé, sur le levier 125, et par suite sur le bouton que l'on voit au contact de la languette 123; cette dernière est ainsi retirée de sous la plaque 121.

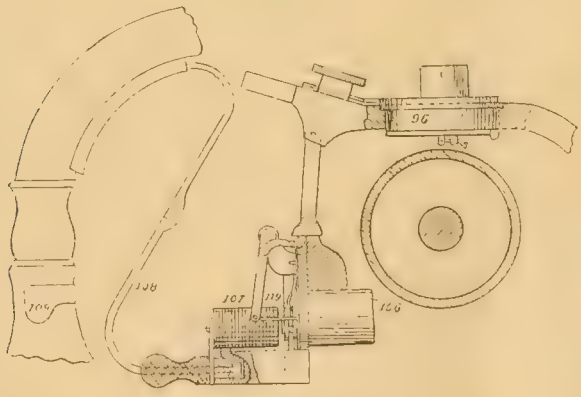


Fig. 23.

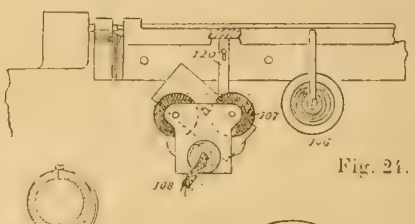


Fig. 24.

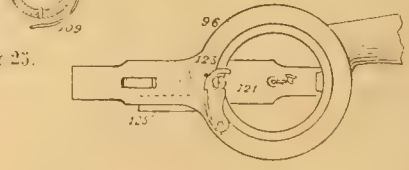


Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 23 à 26. — *Appareil Edison pour abaisser et relever électriquement le style parleur, au cours d'une audition.*
Fig. 23. *Élévation.* — Fig. 24. *Plan.* — Fig. 25. *Détail du contact électrique.* — Fig. 26. *Dispositif Edison pour tenir le style parleur éloigné du cylindre.*

Le *graphophone Bell-Tainter* (fig. 27) est actionné par une simple pédale, qui, à l'aide d'un arbre et d'une courroie, fait tourner le cylindre; on peut, en débrayant le rochet b', arrêter ce dernier, quand

on le veut. Son mouvement est transmis, par un train d'engrenages, à la vis *f* sur laquelle est montée, comme un écrou, la queue du porte-diaphragme *g*. Un régulateur à force centrifuge *a*, représenté en détail par la figure 28, qu'accompagne une légende fort explicite, maintient facilement, à 2 % près, la vitesse du cylindre à son taux normal de 160 tours.

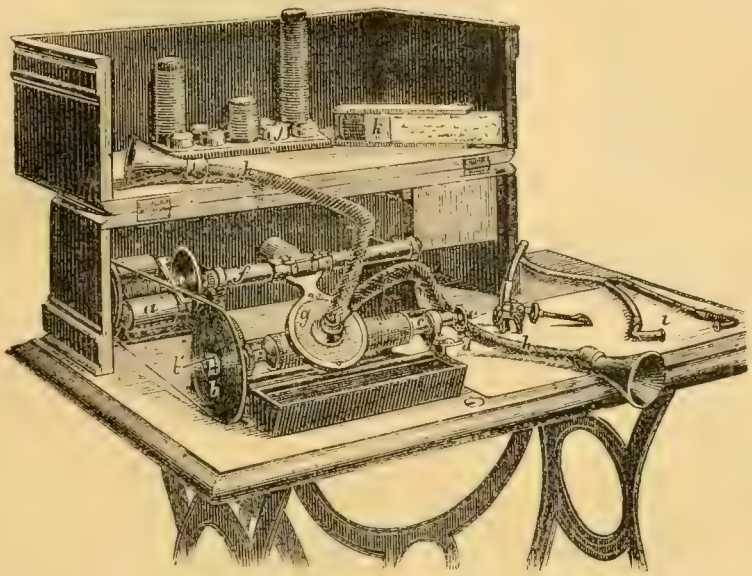


Fig. 27. — *Graphophone Bell-Tainter.* — *a*, régulateur à force centrifuge; *b*, disque transmettant au cylindre le mouvement de la pédale; *c*, cylindre; *b'*, rochet; *f*, vis supportant le porte-diaphragme *g*.

Le mouvement est donné au *phonographe Mackintosh* [1] à l'aide d'une manivelle F (fig. 29 à 32), qui, une fois embrayée par le bouton *l* avec le manchon *d*, fait tourner celui-ci et le disque E, qui en est solidaire; le bras *e* de ce disque, en s'engageant dans le trou *f*, porté par l'un des rayons du cylindre C, fait tourner ce cylindre, tout en lui permettant de glisser le long de l'arbre fixe D, qui sert simplement de support au cylindre C. Ce mouvement de glissement est produit par un *bloc-moteur* K, espèce d'écrou, qui s'engage dans les rainures profondes dont sont préalablement munis, ainsi que nous nous l'avons dit, les phonogrammes, et qui, dès lors, force le cylindre à glisser longitudinalement tout en tournant autour de son axe. C'est donc le cylindre qui effectue tous les mouvements nécessaires, devant le style qui reste fixe.

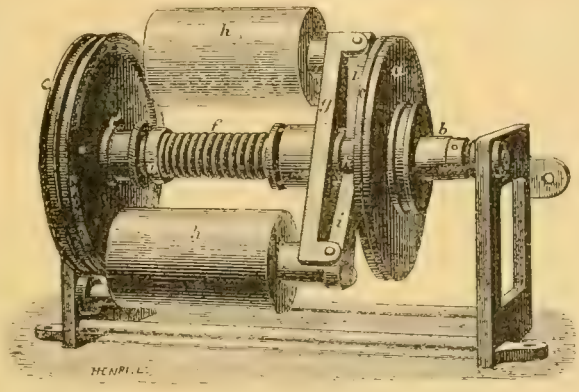


Fig. 28. — *Régulateur du graphophone Bell-Tainter.* — *b*, poulie entraînée par la pédale, à l'aide de laquelle on actionne le graphophone; cette poulie est folle sur l'axe; *e*, poulie, garnie de cuir, qui est ordinairement au contact de la poulie *a*, mais qui peut en être éloignée par l'action du régulateur; C, poulie, solidaire de *e*, menant l'arbre du phonogramme; *h*, *h*, poids du régulateur. — Normalement la poulie *e*, maintenue au contact de la poulie *a* par le ressort *f*, est entraînée par cette dernière et transmet son mouvement à la poulie C. Quand la vitesse s'accélère, le régulateur coupe le contact entre *a* et *e*, et l'arbre du phonogramme n'est plus actionné.

Dans le *phonographe de M. Bruening* (fig. 33-34) [2], c'est aussi une manivelle (on pourrait d'ailleurs lui appliquer un moteur quelconque), qui fournit le mouvement à l'appareil. Cette manivelle 91 fait tourner l'axe 12 et les roues dentées 21 et 22, calées sur le manchon 20, qui peut glisser le long de l'arbre 12. La roue 22 engrène avec la petite roue 33, solidaire de l'axe 13 du cylindre 31 et fait tourner ce dernier. Quant à la roue 21, lorsqu'elle engrène avec la crémaillère 17 (à cet effet mobile dans un plan vertical, autour de l'axe 10), elle provoque le mouvement du manchon 20, des roues 21 et 22 le long de l'axe 12, et, le long de l'axe 13, du cylindre à phonogrammes qui en est solidaire, par suite de l'insertion de la rondelle 34 dans la rainure 56. D'ailleurs, quand le style arrive au bout du sillon phonographique, le manchon arrive aussi au contact du collier 70, calé sur l'axe 12, et la crémaillère 17 se trouve dégagée de la roue 21 : le mouvement s'arrête ainsi automatiquement. Ici encore, le phonogramme exécute son mouvement hélicoïdal devant le style qui reste fixe.

Cette solution peut très bien se combiner avec la forme plane du phonogramme. C'est ce qui a lieu dans l'*appareil Berliner*, où le disque formant le phonogramme est animé d'un mouvement de rotation autour de son axe, en même temps que d'un mouvement de glissement dans son plan, de sorte que le tracé affecte sur lui la forme d'une spirale. Le mouvement de rotation, qui est produit par un engrenage d'angle, a une vitesse uniforme. Cette uniformité offre un inconvénient : à mesure que le

[1] *Brevet anglais*, du 15 octobre 1892.
[2] *Brevet américain* du 13 juin 1893.

style parcourt des parties de la spirale plus rapprochées du centre, les longueurs d'arc correspondant à un même déplacement angulaire diminuent, le tracé se resserre et la reproduction des sons devient moins nette.

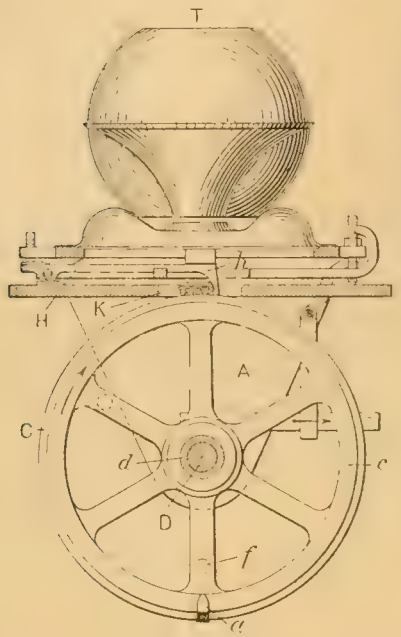


Fig. 29.

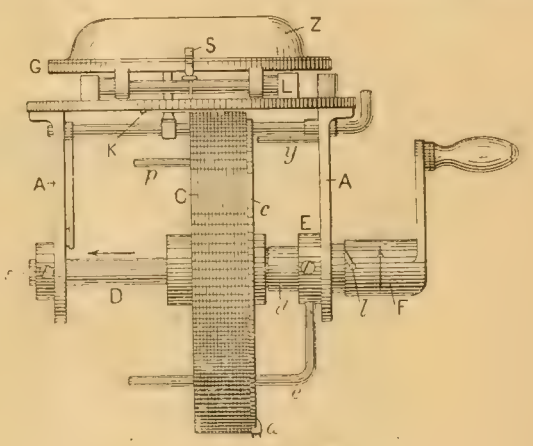


Fig. 30.

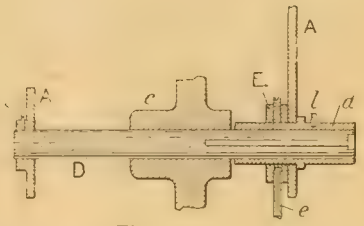


Fig. 31.

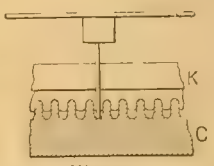


Fig. 32.

Fig. 29. — *Section verticale médiane du phonographe Mackintosh.* — Fig. 30. — *Élévation du mécanisme moteur du phonographe Mackintosh* — Fig. 31. — *Détail de l'arbre moteur du phonographe Mackintosh.* — Fig. 32. — *Coupe d'un fragment du phonogramme montrant ses rainures et le bloc-moteur en prise avec ces dernières et le style.* — A, support de l'axe moteur; C, phonogramme; *c*, cylindre porte-phonogramme; D, arbre fixe sur lequel glisse le cylindre; G, porte-diaphragme; *g*, diaphragme; H, levier du style; *h*, style; K, bloc-moteur; S, vis réglant la distance du style au cylindre; *a*, brosse pour nettoyer le style; T, chambre de résonance; F, manivelle qui se relie par le bouton *l* au disque E; *e*, bras du disque E s'engageant dans le trou *f* de la figure 29.

MM. S. Franck et L. Rosenthal[1] (fig. 35 à 37) ont évité cet inconvénient, en conduisant le disque C, qui supporte leur phonogramme T, par le frottement d'un rouleau Q, monté sur l'axe S que conduit la poulie motrice R. Comme ce rouleau, de vitesse uniforme, attaque constamment la roue en un point exactement situé à l'aplomb du style fixe *f*, il communique toujours la même vitesse à la partie du disque, qui se trouve en contact avec ce style,

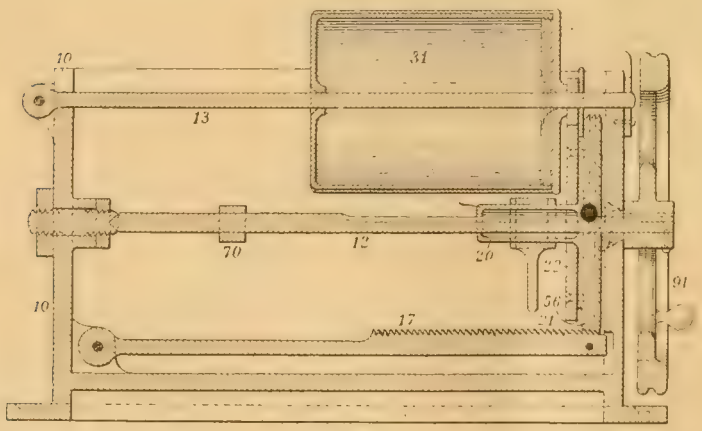


Fig. 33.

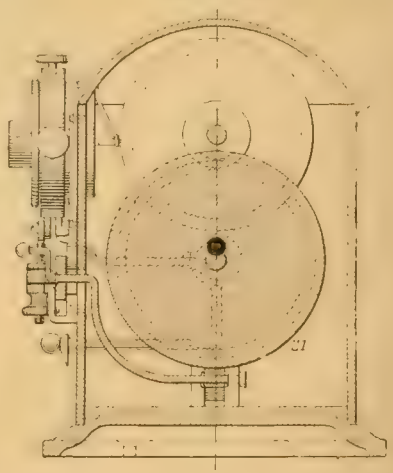


Fig. 34.

Fig. 33 et 34. — *Coupes verticales en long et en travers du mécanisme moteur du phonographe Bruening.* — M, manivelle faisant tourner l'axe 12 et, par suite, la roue 22; celle-ci transmet son mouvement à l'arbre 13, qui fait tourner le porte-phonogramme 31.

[1] *Brevet anglais* du 22 octobre 1892.

quelle que soit la position du phonogramme dans son plan, ou, en d'autres termes, la distance du style au centre du disque. Le mouvement du phonogramme dans son plan est produit de la manière suivante : sur l'axe du disque est montée une roue dentée D, qui engrène avec la roue E, calée sur un arbre horizontal F. Cet arbre porte deux oreilles H, H¹, qui comprennent entre elles la queue G du chariot B supportant le disque et rendent ainsi le mouvement de ce dernier solidaire du sien propre. Cet arbre a une partie filetée, qui s'engage dans les deux demi-écrous J, quand, à l'aide du levier N (fig. 35), on serre ceux-ci contre l'arbre. Lorsqu'il en est ainsi et que, sous l'action du rouleau Q, le disque du phonogramme tourne, son mouvement se communique par les roues D, E à l'arbre fileté, et celui-ci s'avance à l'intérieur de l'écrou, entraînant avec lui le chariot B, le long de sa glissière horizontale. Au moment où le chariot arrive à fin de course, le bouton P, dont il est porteur, bute contre le loquet O, qui maintient les deux écrous en prise avec la vis; ces deux mâchoires, sous l'effort du ressort *k*, s'éloignent brusquement de la vis; le mouvement du chariot s'arrête aussitôt.

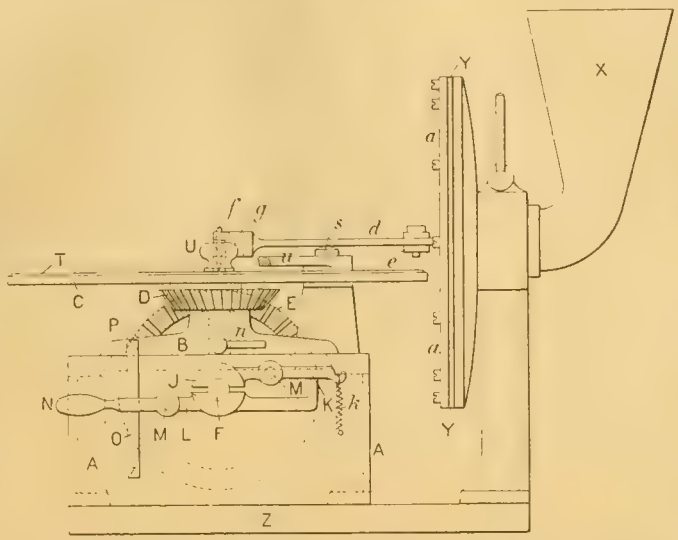


Fig. 35. — *Élévation latérale du mécanisme moteur du phonographe Franck et Rosenthal* (Mêmes lettres que dans les fig. 36 et 37).

§ 2. — Appareils à phonogramme fixe.

Après les appareils dans lesquels le phonogramme est mobile, il nous reste à décrire ceux dans lesquels il reste fixe devant le style mobile.

Quand le phonogramme est cylindrique, comme dans l'*appareil Randall* (fig. 38 à 41), l'enregistrement au lieu de s'opérer, comme nous l'avons vu jusqu'ici, transversalement aux génératrices du cylindre, se fait suivant ces dernières. Le style se déplace donc le long des génératrices : à cet effet, son chariot glisse sur une tige-guide parallèle à l'axe du cylindre, sous l'action d'un simple poids ou d'un mécanisme d'horlogerie. Sa vitesse est d'ailleur

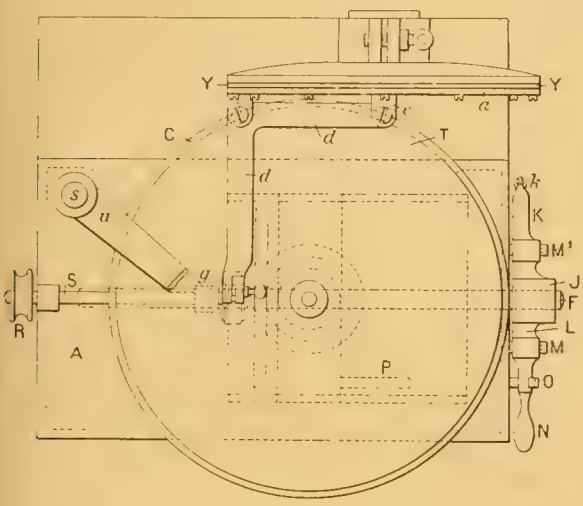


Fig. 36.

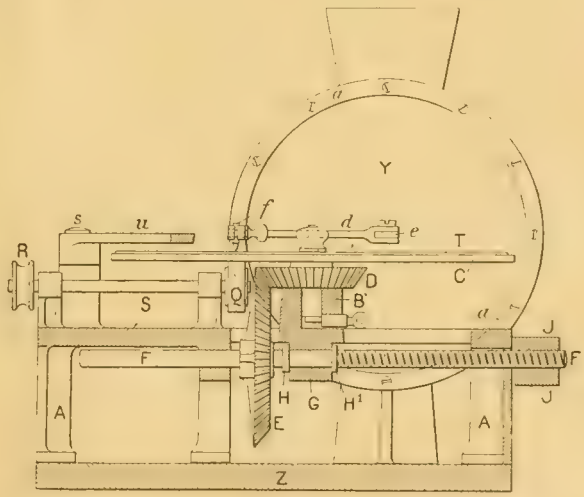


Fig. 37.

Fig. 36 et 37. — *Mécanisme moteur du phonographe Franck et Rosenthal.* — Fig. 36. — *Plan.* — Fig. 37. — *Section verticale.* — Z, table-support de l'appareil; A, montants; B, chariot mobile supportant le disque à phonogrammes; C, disque à phonogrammes; T, phonogramme; R, poulie motrice; S, arbre moteur; Q, galet de frottement; D, roue dentée calée sur l'axe du disque C; E, roue dentée calée sur l'arbre F; F, arbre horizontal, en partie fileté; H, H', oreiller de l'arbre F, solidarisant cet axe et le chariot B, en emprisonnant la queue G de ce dernier; J, J, demi-écrous; K, L, leviers porteurs des écrous, articulés en M; N, poignée de manœuvre des leviers K, L; O, loquet maintenant les leviers, et par eux les écrous serrés contre la vis F; P, bouton du chariot dégageant automatiquement des leviers et les écrous à fin de course; *k*, ressort éloignant les écrous de la vis; Y, diaphragme; *a*, anneau fixant le diaphragme; X, pièce buccale; *d*, levier coudé du style traceur; *e*, *h*, articulations du levier *e*; *f*, style traceur; *u*, bras supportant le style parleur; *s*, axe de rotation du bras *u*.

contrôlée par un régulateur à force centrifuge, dont les bras 32 (fig. 40) sont porteurs de masses qui frottent contre le cylindre 34, dès que son arbre, qui participe du mouvement du chariot, par l'intermédiaire de la pointe 38, faite pour s'engager dans les filets de la vis 27, tourne trop vite. Le mouvement du style est aussi guidé par des rainures pratiquées sur le cylindre-phonogramme. Quand il a ainsi parcouru une de ces rainures, il faut le faire passer dans la suivante : pour cela, le rochet 8 fait tourner d'un cran la roue dentée 7, montée sur le cylindre ; le style se trouve alors en face d'une nouvelle rainure, qu'il parcourt dans un sens opposé à celui de la précédente. Mais ce système est inséparable d'une certaine discontinuité, qui ne peut manquer d'exercer un effet fâcheux sur l'enregistrement et la reproduction des sons.

Aussi presque toujours emploie-t-on, dans les appareils où les styles seuls sont mobiles, des phonogrammes plans, avec lesquels on peut revenir au tracé en spirale continu. M. Randall lui même en a établi un sur ce principe (fig. 42 et 43). Le phonogramme est constitué par le disque 46 ; le style est monté à l'extrémité d'un levier horizontal, qui tourne autour de l'axe 155, en même temps qu'il glisse dans le sens de sa longueur, à la demande de la pointe placée à l'autre extrémité du levier, et qui suit une spirale-guide préalablement tracée sur le plateau 151. Mais on retombe, si le mouvement de rotation du levier est uniforme, dans l'inconvénient que nous avons reproché à l'appareil Berliner, au point de vue de la contraction de l'enregistrement dans les parties voisines du centre. Nous ne connaissons pas de dispositif, analogue à celui de MM. Franck et Rosenthal, pour l'éviter.

Pour terminer ce que nous avons à dire sur les mouvements respectifs du phonogramme et du style, nous allons décrire le dispositif dû à *M. H.*

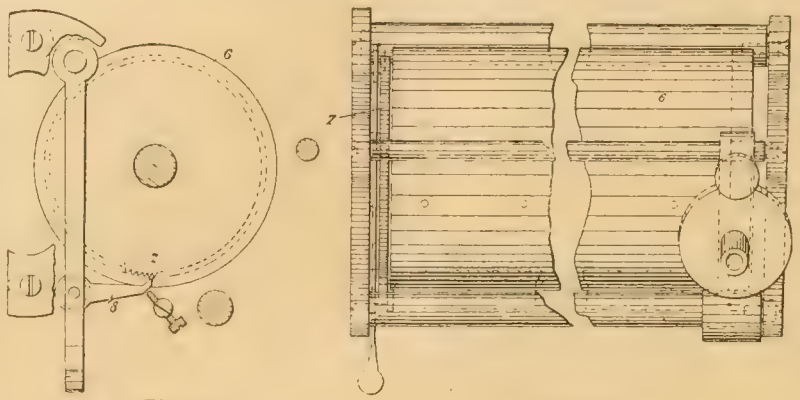


Fig. 39. Fig. 38.

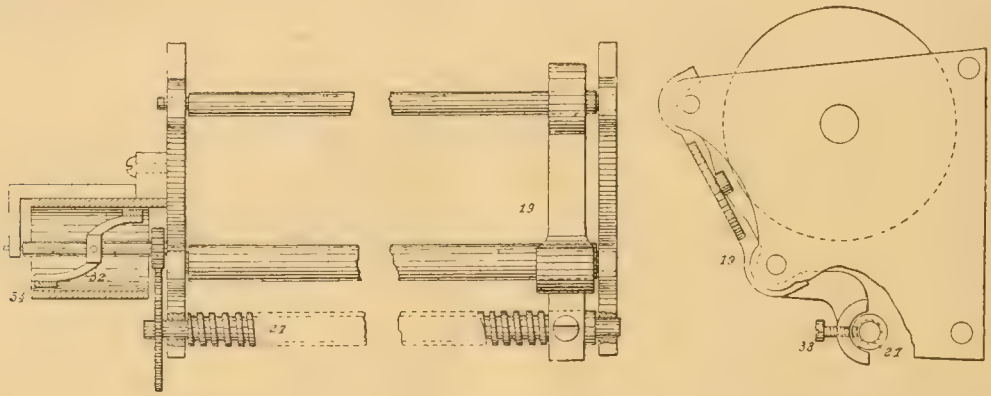


Fig. 40. Fig. 41.

Fig. 38 à 41. — *Appareil Randall* (1889) *à phonogrammes cylindriques.* — Fig. 38. — *Cylindre porte-phonogramme et chariot porte-diaphragme.* — Fig. 39. — *Roue dentée et rochet provoquant la rotation intermittente du cylindre.* — Fig. 40. — *Régulateur et arbre qui le commande.* — Fig. 41. — *Transmission du mouvement du chariot à l'arbre qui commande le régulateur.* — 6, cylindre porte-phonogrammes ; 7 et 8, roue dentée et rochet, pour provoquer la rotation intermittente du cylindre et faire passer le style d'une rainure longitudinale à la suivante ; 19, chariot du porte-diaphragme ; 27, axe fileté faisant mouvoir, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages, l'arbre du régulateur ; 32, 32, masses du régulateur ; 34, cylindre contre lequel frottent les masses 32 quand elles s'écartent de leur axe ; 38, pointe, par l'intermédiaire de laquelle le chariot 19 fait mouvoir l'arbre fileté 27.

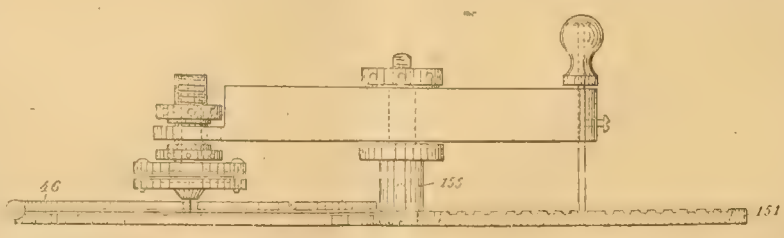


Fig. 42. — *Élévation de l'appareil Randall à phonogrammes plans.*

L. Sanborn, de Brooklyn [1], pour mettre en marche ou arrêter le phonographe automatiquement, par la mise en place ou l'enlèvement du style (fig. 44 à 46). Ce résultat est obtenu par la fermeture et l'ouverture du circuit électrique C, dans lequel est intercalé le moteur électrique T, chargé d'actionner l'appareil. Le porte-diaphragme est relié, du côté opposé à celui du bras moteur A, à un levier coudé P, qui peut prendre les positions des figures 45 et 46, c'est-à-dire toucher, par son petit bras, soit la bande R^2, soit la bande R^1 de la glissière horizontale R. Or, la première de ces bandes est en métal conducteur de l'électricité, et la seconde en caoutchouc durci isolant. Quand le style est amené au contact du phonogramme, et du même coup le levier P au contact de R^2, le circuit est fermé, et l'appareil se met en marche; quand, au contraire, le style est éloigné du cylindre, par un mouvement qui amène le levier P au contact

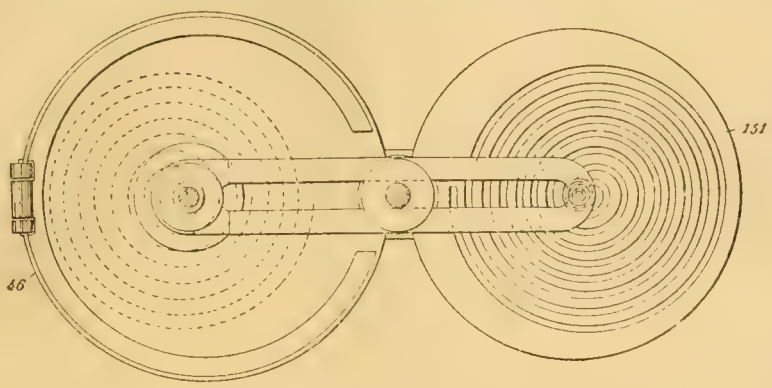


Fig. 43. — *Plan de l'appareil Randall à phonogrammes plans.*

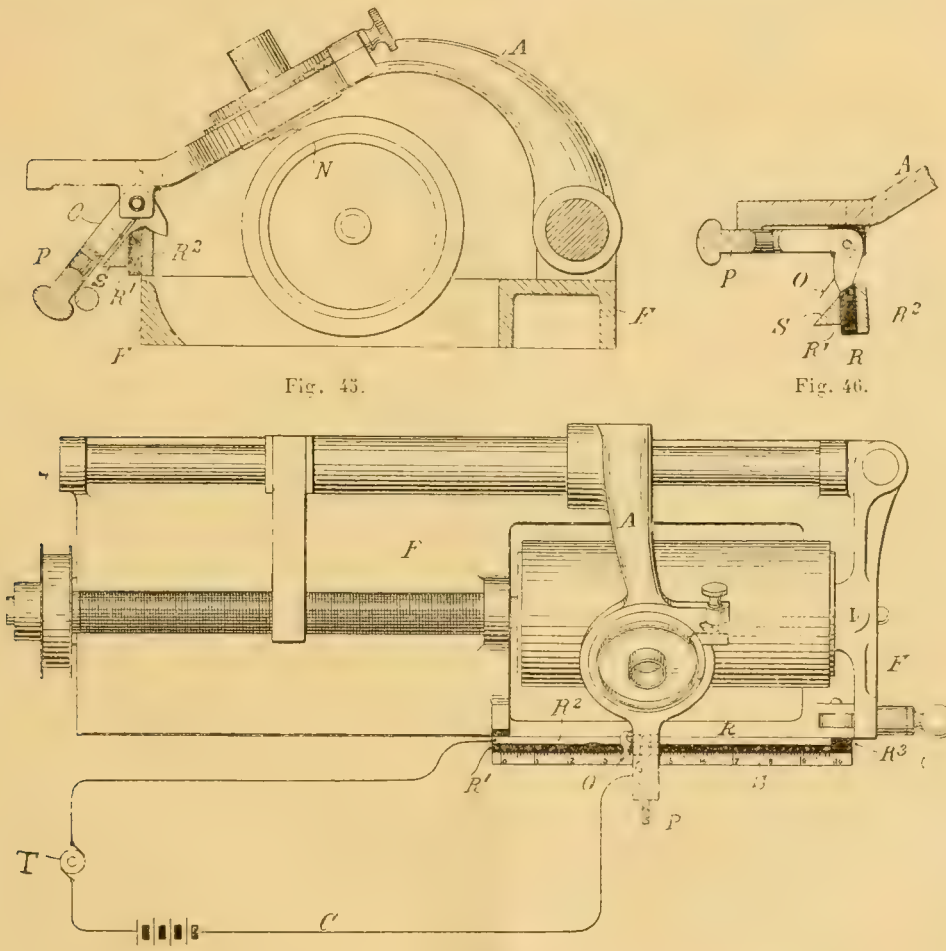


Fig. 45. Fig. 46.

Fig. 44.

Fig. 44 à 46. — *Appareil Sanborn pour mettre en marche ou arrêter le phonographe automatiquement par la mise en place ou l'enlèvement du style.* — Fig. 44. *Plan.* — Fig. 45. *Vue par bout.* — Fig. 46. *Détail du levier.* F, bâti de l'appareil; A, bras moteur du porte-diaphragme; P, levier coudé solidaire du bras A; R, glissière horizontale, composée de trois parties R^1, R^2, R^3, la première et la deuxième isolantes, la deuxième conductrice; S, échelle pour repérer, à l'aide de la position de la pointe O, la situation du porte-diaphragme le long du cylindre; N, style.

[1] *Brevet américain* du 27 mars 1894.

de R^1, le circuit est interrompu, et l'appareil s'arrête. Le bloc R^3, de matière isolante, en provoque aussi automatiquement l'arrêt, quand le style arrive à fin de phonogramme.

IV. — Distribution automatique des phonogrammes

Nous décrirons les *dispositifs Burnett* et *Tainter*.

Sur la figure schématique (fig. 47) qui représente le premier de ces appareils [1], on reconnaît en A le cylindre à phonogramme, en B le chariot du diaphragme, en C l'axe du cylindre, relié par poulies de l'arrêt J porte la barre *i*, contre laquelle viennent buter les rais *g* du moyeu L, quand ce moyeu tourne autour de son axe vertical.

Supposons que, le style parleur étant disposé à l'origine du tracé, une pièce de monnaie S vienne s'engager dans la fente *d*; son poids, malgré le ressort antagoniste I, fait basculer le plateau H et produit le contact des boutons *b* et *c*. Le circuit est ainsi fermé, et l'audition commence. Le style parcourt le sillon, au contact duquel il est maintenu par le bras *j* du chariot B, glissant sous le pla-

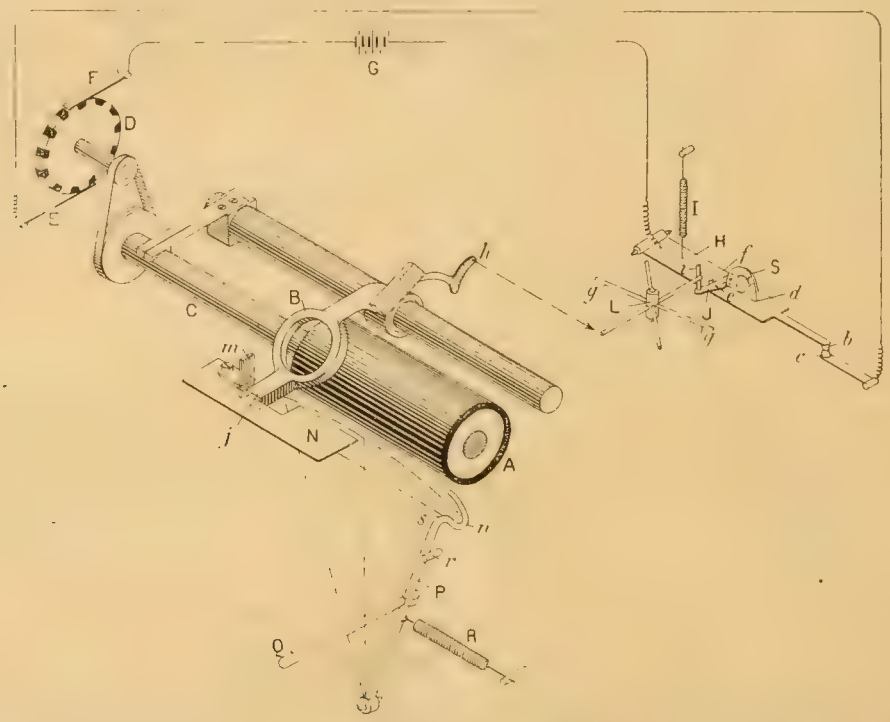


Fig. 47. — *Schéma de l'appareil Burnett pour la distribution automatique des auditions phonographiques.* — A, cylindre à phonogramme; B, chariot du diaphragme; C, axe du cylindre A; G, source d'électricité; E, F, balais distribuant l'électricité à la machine D qui la change en force destinée à faire tourner le cylindre C; H, plateau attiré vers le haut par le ressort I; *b*, *c*, boutons de contact; J, arrêt portant un bras *i* contre lequel vient buter le rais *g* du moyeu L; *e*, bouton placé au-dessous de l'arrêt J et se déplaçant dans la rainure *f*; S, pièce de monnaie pénétrant dans la fente *d*; *j*, bras du chariot B, glissant sous le plateau *n* et venant buter contre la partie *s* du crochet *n*; *h*, autre bras du chariot *b*, venant buter contre le rais *g*; Q, poignée du levier P; *r*, *m*, arrêts.

et courroie à celui d'un électro-moteur, alimenté par la source d'électricité G, dont le circuit n'est fermé que quand les boutons *b* et *c* sont en contact; or ils sont normalement éloignés l'un de l'autre par le ressort I, qui tire vers le haut la plaque H. Cette plaque porte une fente *d*, à laquelle aboutit la glissière destinée à recevoir la pièce de monnaie, dont la chute doit produire le fonctionnement de l'appareil. Cette fente est partiellement obturée par un arrêt J, qu'un ressort maintient ordinairement dans la position où il est représenté, mais qui peut tourner autour d'un axe vertical (invisible sur la figure), pendant que son bouton *e* parcourt la rainure courte *f*. La queue

teau N; quand il arrive au bout, le bras *j* se dégage et bute contre la partie montante *s* du crochet *n*; le mouvement ascendant, qu'il est forcé de prendre, élève le chariot et le style au-dessus du phonogramme. Mais, en même temps, le bras *h* du chariot bute contre l'un des rais *g*, et, sous cette pression, le bras *i* de l'arrêt J force ce dernier à tourner; la fente *d* se trouve ainsi momentanément découverte, et la pièce S tombe dans le tronc. Dès que cette chute s'est produite, le ressort I relève le plateau H et interrompt la communication en *b c*; l'arrêt J reprend sa position normale.

Il ne reste plus, pour que l'appareil soit prêt à donner une audition nouvelle, qu'à ramener le chariot B et le style à l'origine du phonogramme. Pour cela on pousse, à l'aide de la poignée O, le

[1] *Brevet américain* du 25 juillet 1893.

levier P vers la gauche; le bras *j* du chariot décrit ainsi un arc de cercle, qui le fait passer au-dessus du plateau N, jusqu'à ce qu'il rencontre l'arrêt *m*, qui le ramène au-dessous, dans sa position normale. Dès que le levier P a ainsi reconduit le chariot B, le ressort R le ramène au contact de l'arrêt *r*.

Le fonctionnement de l'*appareil Tainter* (fig. 48 à 50) [1] est déterminé par la chute dans la glissière L d'une pièce de monnaie appropriée, qui, en abaissant par son poids la platine 15-16, dégage l'extrémité *k'* du levier K. Ce dernier, cédant à la pression du ressort *m*, s'engage dans l'étroit chenal que laissent entre eux les ressorts 11 et 12 (fig. 50, page 210), formant chacun une des bornes du circuit moteur, et ferme ainsi ce dernier. Comme à ce moment le style parleur est à l'origine du sillon phonographique et que le chariot du porte-diaphragme est solidaire de la vis E, le chariot est entraîné par cette vis et l'appareil fonctionne régulièrement.

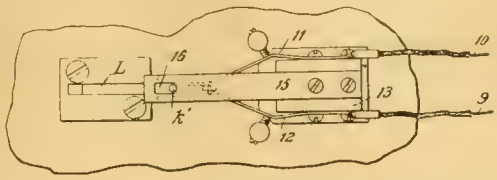


Fig. 48. — *Détail du ferme-circuit de la figure 49. (Appareil de C. S. Tainter pour la distribution automatique des auditions phonographiques.)*

Quand l'audition est terminée, l'étrier F bute contre l'arrêt H', oscille autour de son axe G, et le bouton *g*, qui jusqu'alors poussait la tige *f* vers le haut, la presse au contraire vers le bas et met l'étrier *e'* en prise avec la vis E'. Le chariot revient ainsi sur ses pas. Quand il s'approche de sa position primitive, le bouton *n* bute contre le collier *p*, monte sur l'axe P, et entraîne vers la gauche ce collier *p* et la pièce *p'* solidaire du levier K. Celui-ci reprend alors sa situation première, dans laquelle son extrémité *k'* est engagée dans la rainure 16 de la platine 15 et ainsi maintenue hors de contact avec les ressorts 11 et 12.

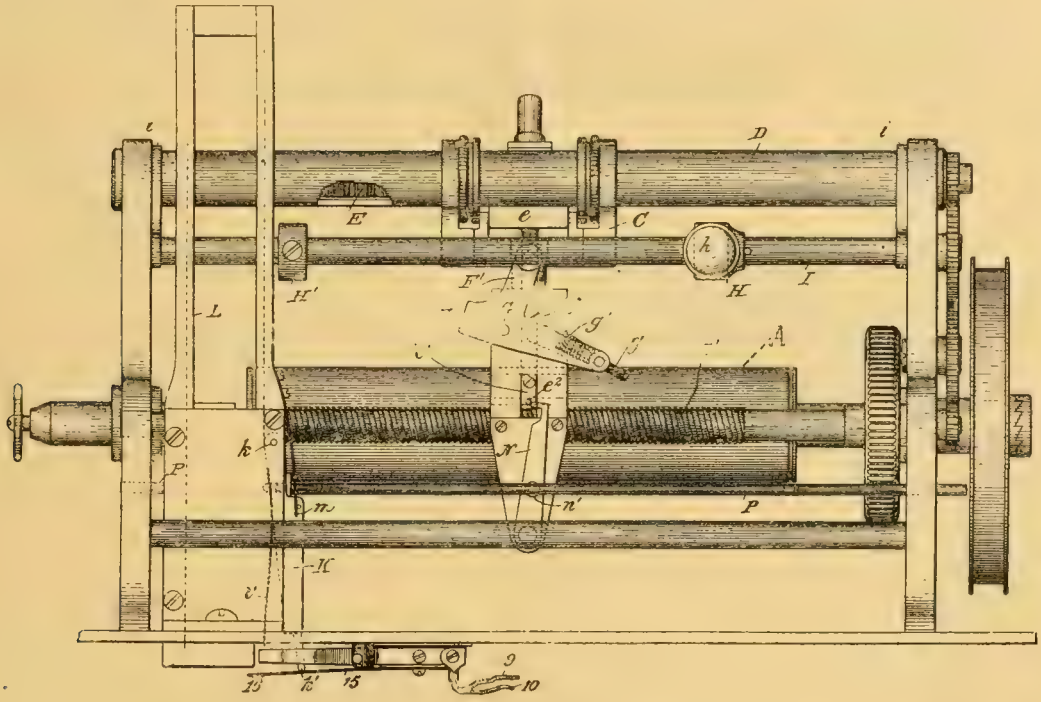


Fig. 49. — *Élévation de l'appareil C. S. Tainter pour la distribution automatique des auditions phonographiques.* — A, cylindre à phonogrammes; B, C, porte-diaphragme et son chariot; D, glissière du chariot; E, vis motrice, à petit pas pour la marche du chariot pendant le fonctionnement de l'appareil; E', vis motrice, à pas plus grand, pour le retour du chariot; F, étrier oscillant autour de G, pour établir les changements de connexion du chariot avec les vis E, E'; *f*, tige verticale portant les écrous *e*, *e'*, assurant ces connexions; *g*, bouton de changement poussant la tige *f* vers le haut ou vers le bas; *g'*, ressort pressant le bouton *g* contre la tige *f*; I, tige horizontale supportant les arrêts H et H' contre lesquels bute l'étrier F aux extrémités de sa course; ce sont ces butées qui produisent le changement d'orientation du bouton *g*, vers le haut ou vers le bas; e^2 bouton solidaire de l'écrou *e'* par lequel le levier N maintient l'écrou au contact de la vis E'; L glissière des pièces de monnaie destinées à provoquer le fonctionnement de l'appareil; K, levier oscillant autour de *k*, et dont l'extrémité *k'* s'engage normalement dans la fente 16 de la platine 15; *m*, ressort qui tend à pousser vers la droite le levier K.

De cette façon, le circuit est coupé au moment où tout est préparé pour un nouveau fonctionnement de l'appareil.

[1] *Brevet américain* du 10 octobre 1893.

V. — Description du phonographe perfectionné actuel

En terminant, et pour faire en quelque sorte une synthèse des éléments que nous avons successivement étudiés, nous décrirons le phonographe sous la forme très perfectionnée qu'il a tout dernièrement reçue, et qu'il doit à la collaboration de ses deux plus éminents inventeurs, MM. Edison et Bell (fig. 51 à 57).

On voit en A (fig. 51) le cylindre phonographe, autour de son noyau A^2, monté sur l'axe B. Cet axe bute, à son extrémité gauche, contre la pointe b, que supporte le levier c, articulé autour de l'axe vertical c^2, de manière à permettre le remplacement après usure du cylindre phonographique.

En D et D^2 (fig. 54, 57) se trouvent, respectivement munis de leurs styles d et d^2, les diaphragmes récepteur et parleur, montés l'un et l'autre dans un châssis d'aluminium e, mobile autour de l'axe e^2. Leur mouvement de rotation est limité par la butée des tocs e^3, e^3 contre l'arrêt fixe e^4, solidaire du cadre E, qui supporte aussi l'axe e^2. Le contrepoids e^5 applique sur le cylindre le style, dont la butée e^6 limite au besoin l'enfoncement dans la pâte phonographique. Le porte-diaphragmes est maintenu dans sa position du moment par la pression de l'excentrique g contre le bouton F, qui a pour résultat d'assujettir celui-ci dans le cercle G (fig. 57).

Par ce mécanisme et par la base du tuyau acoustique ff^2, le porte-diaphragmes se relie au bras H. Celui-ci est supporté, d'un côté, par la bande graduée V, sur laquelle il roule par l'intermédiaire du galet W, de l'autre par l'axe h, autour duquel il peut tourner, pour éloigner le style du cylindre, en ramenant le bras H contre l'appui h^2.

L'axe h fait partie intégrante du chariot I, chargé de donner aux styles le mouvement de translation, qu'ils doivent prendre le long du cylindre A, pendant le fonctionnement de l'appareil. Pour cela, le chariot embrasse, par sa douille i, l'arbre fixe K; son collet v se prolonge par la queue v' (fig. 53), munie du galet v^2, qui se meut dans la glissière w^2, de manière à maintenir le chariot I dans une inclinaison convenable, pendant son mouvement le long de K. La vis v^3, qui assure la liaison du chariot I et de son collet v, permet d'ailleurs de régler cette inclinaison.

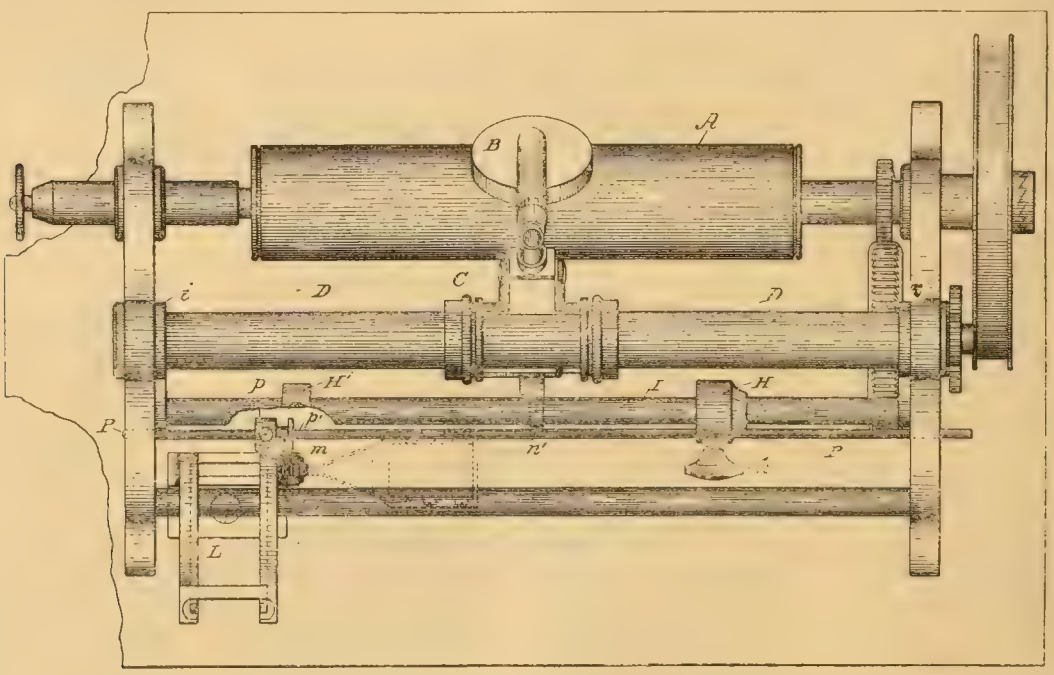


Fig. 50. — *Plan de l'appareil C. S. Tainter pour la distribution automatique des auditions phonographiques.* — Les lettres ont la même signification que dans la figure 49 (page 209).

Pour assurer le mouvement du chariot dans les deux sens, on l'a muni de deux bras I^3 I^4 (fig. 55), porteurs des écrous i^3, i^2, destinés à être mis respectivement en prise avec les vis k^3 et k^2. Cette dernière est montée sur le prolongement de l'arbre B, qui est l'arbre moteur de l'appareil parce qu'il reçoit, par l'intermédiaire du tambour C^2, le mouvement d'un mécanisme d'horlogerie ou d'une manivelle à bras. La vis k^3, de pas plus petit et inverse de celui de la précédente, est montée sur l'arbre B^2, parallèle à B, et qui reçoit son mouvement de ce dernier, par l'intermédiaire du train d'engrenages l, l^2, l^4 (fig. 51, 52 et 56); l'arbre l^3 de la roue l^4 est

fou à l'intérieur de B^2, de sorte que l^4 ne mène ce dernier que par le bouton l^7 de la manivelle l^6. Pour imprimer à B^2 une vitesse plus grande, on n'a qu'à débrayer l^4 de l^2, et à l'embrayer avec le pignon l^9 du train l^8 l^9.

Pour n'avoir pas à s'occuper d'arrêter les arbres B et B^2, au moment où l'écrou en prise avec l'un d'eux arrive à fin de course, chacun de ces arbres porte, après sa partie filetée, une partie lisse sur laquelle l'écrou tombe; à partir de ce moment, le chariot s'arrête, bien que le mécanisme moteur continue sa marche.

Supposons le chariot à l'extrémité droite de sa course. Pour le ramener à sa position de départ,

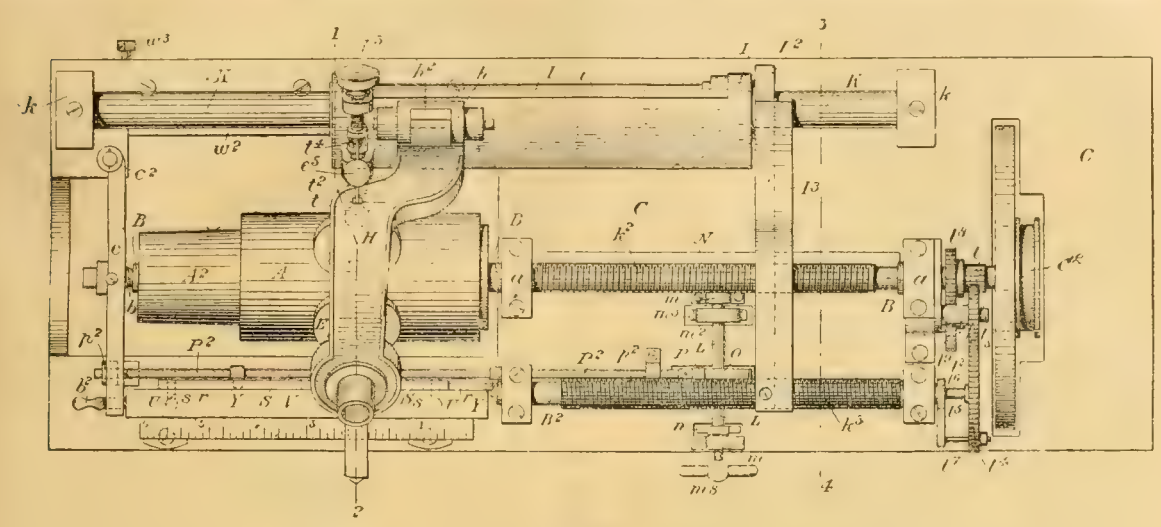


Fig. 51

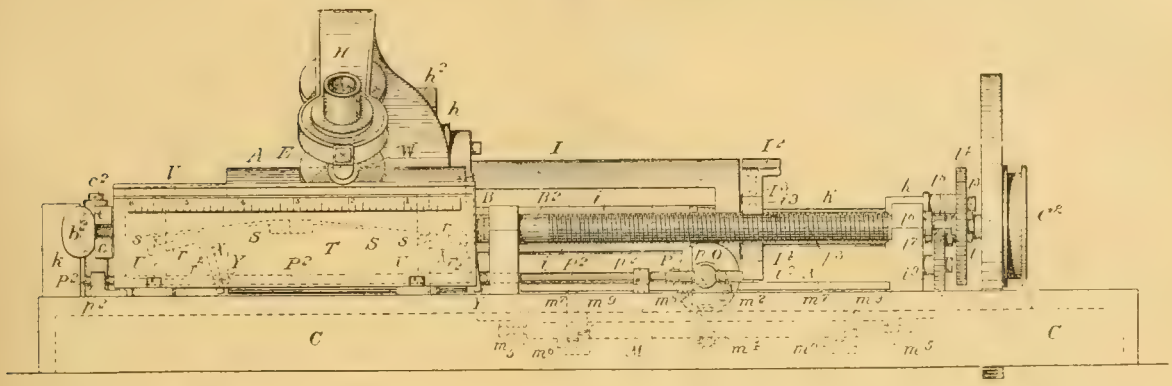


Fig. 52.

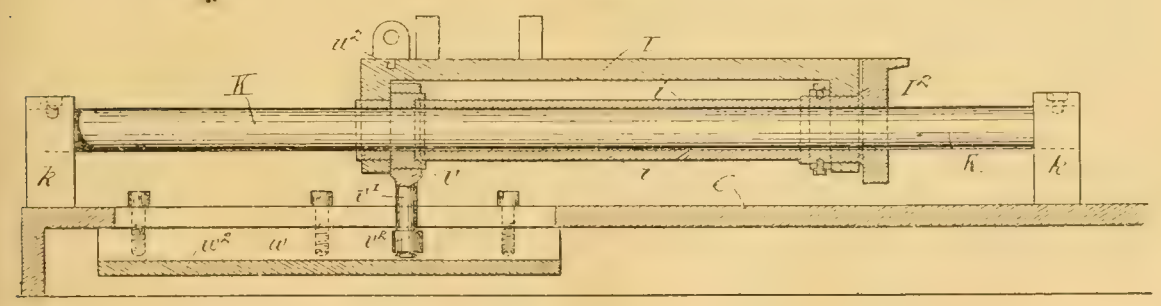


Fig. 53.

Fig. 51 à 53. — *Phonographe Edison-Bell.* — Fig. 51. — *Plan.* — Fig. 52. — *Elévation.* — Fig. 53. — *Coupe longitudinale.* — A, cylindre phonographique, avec son noyau A^2, monté sur l'axe B; B^2, axe pour le retour du chariot; C, bâti de l'appareil; C^2, tambour recevant le mouvement d'un mécanisme d'horlogerie et le transmettant à l'arbre B, ainsi qu'à l'arbre B^2 par les engrenages l, l^2, l^4 ou par l, l^8 l^9, l^4; I, chariot; I^2, I^3, I^4, bras communiquant au chariot I le mouvement des arbres B ou B^2; K, axe sur lequel glisse le chariot I; L, arbre recevant son mouvement de la manette m^8, et embrayant à volonté le bras I^3 soit avec la vis k^2 de l'arbre B, soit avec la vis k^3 de l'arbre B^2, au moyen de l'excentrique m^2 et des leviers et ressorts m^3, m^4, m^6, m^7, m^9; O, came mue par l'arbre L et servant à relever le style et l'arbre H qui le porte, au moyen de la tringle PP^2, des tiges, ressorts et leviers s, u, S, r, r^2.

on peut le faire glisser à la main sur l'arbre K, après avoir relevé le bras H jusqu'au contact de h^2, de manière à séparer l'écrou i^3 de B^2. On peut aussi confier la manœuvre à l'appareil lui-même. Pour cela, il faut commencer par débrayer l'écrou i^3 de la vis B^2 k^3 et embrayer l'écrou i^2 avec la vis Bk^2. On le fait en tournant la manette m^8 (fig. 51 et 55), et, par elle, l'arbre L et l'excentrique m^2, qui est monté sur lui; par l'intermédiaire des leviers m^3, m^4, m^6 et de la tige m^7 (normalement retenue vers le bas par le ressort m^9), le mouvement de l'excentrique est transmis au plateau N, qui soulève les bras I^5 et I^3, et le double résultat cherché est atteint. On voit en n et n^2 un carrelet et un ressort, qui maintiennent le levier L dans la position qu'on lui a donnée.

Il faut aussi éloigner le style du cylindre : c'est l'office de la came O, qui, lorsque L tourne, repousse vers la gauche (fig. 51 et 52) la tringle PP^2, et, par les butées Y de cette dernière, les mouvements de sonnette rr^2, les tiges s, u (celles-ci soulevées malgré la tension des ressorts S), fait monter la glissière TV (fig. 54), et, du même coup, le bras H et le style. Tout cela fait, la vis k^3, qui n'a pas cessé de tourner, ramène le chariot en arrière.

Lorsque le phonogramme est actionné par un mécanisme d'horlogerie, on en régularise la marche par un modérateur à ailettes, dont on peut faire varier l'inclinaison selon la vitesse de régime que l'on veut avoir.

On voit en t, sur le chariot I (fig. 51 et 54), l'outil destiné à tourner le cylindre phonographique, quand on veut en changer l'impression. t^2 t^3, t^4 sont des vis et écrous destinés à ajuster cet outil d'après le diamètre auquel on veut amener le cylindre [1].

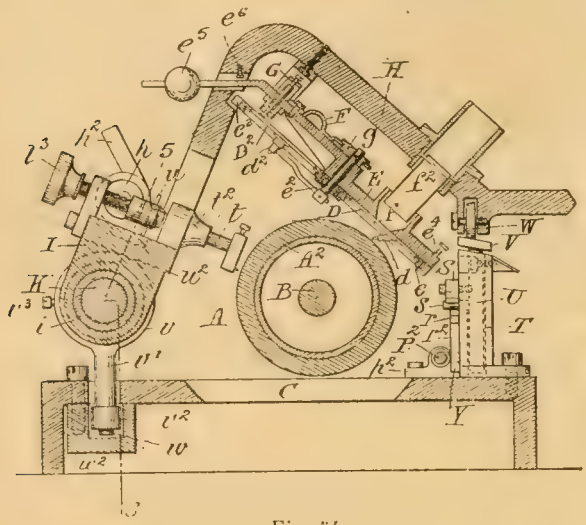


Fig. 54

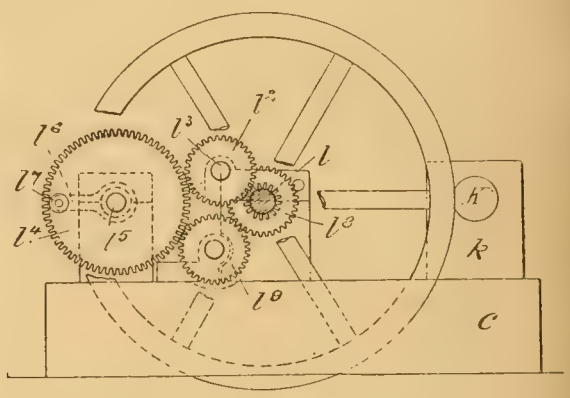


Fig. 56.

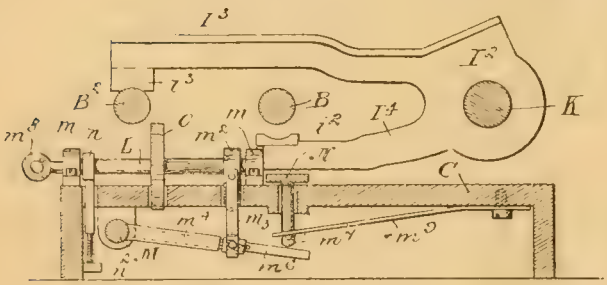


Fig. 55.

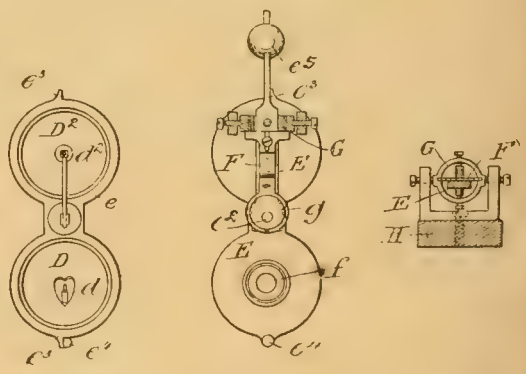


Fig. 57.

Fig. 54 à 57. — *Phonographe Edison-Bell.* — Fig. 54. — *Coupe suivant la ligne* 1-2 *de la figure* 51. — D, D^2, diaphragmes récepteur et parleur, munis de leurs styles d, d^2, montés dans le châssis d'aluminium e, mobile autour de l'axe e^2; H, bras portant les appareils récepteur et parleur et s'appuyant, d'une part sur la bande graduée V au moyen de la roue W, d'autre part sur ff^2, tuyau acoustique. — Fig. 55. — *Coupe et élévation suivant la ligne* 3-4 *de la figure* 51. — Fig. 56. — *Détail du mécanisme moteur.* — Fig. 57. — *Détail des diaphragmes.* — Les autres lettres ont la même signification que dans les figures 51 à 53.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des mines.

[1] Nous devons à l'obligeance de M. G. Richard, secrétaire général de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, beaucoup des renseignements qu'on vient de lire et à ce sujet, la communication d'un grand nombre de brevets récents.

590.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

Comme les années précédentes, je diviserai cette revue en trois chapitres distincts, afin d'examiner séparément les questions générales, les recherches relatives à la morphologie et à l'embryologie des animaux, et enfin les travaux se rapportant à l'étude des faunes et à la géographie zoologique. Dans le choix que j'ai fait, pour en parler ici, des nombreux mémoires qui ont été publiés en 1895, j'ai cherché, plus encore que dans les articles précédents, à me restreindre à ceux qui apportaient une contribution importante à la connaissance de tel ou tel groupe, ou qui fournissaient la solution d'une question d'un grand intérêt, et aux sujets à l'ordre du jour. J'ai cru devoir m'étendre avec quelques détails sur certains travaux qui paraissent caractériser plus particulièrement l'année qui vient de s'écouler et qui marquent un véritable progrès dans nos connaissances zoologiques; mais ce développement donné à certaines questions m'oblige malheureusement à en laisser beaucoup d'autres de côté.

I. — Zoologie générale

Parmi les questions qui offrent un caractère général, celles dont les zoologistes se préoccupent le plus se rapportent à la fécondation. Les phénomènes intimes qui accompagnent cet acte sont extrêmement complexes, et il ne semble pas qu'on soit près de faire rentrer les diverses modalités observées dans un schéma général, applicable à tous les cas. Il y a quelques années à peine que l'attention des naturalistes a été dirigée vers l'étude de ces phénomènes et il est assez curieux de constater que, dès le début et à la suite de premières recherches, à la vérité fort remarquables, on pensait avoir trouvé la solution d'une question que l'on croyait alors assez simple. Mais au fur et à mesure que les recherches se sont succédé, la question s'est révélée de plus en plus complexe : plus les travaux se succèdent, plus la solution paraît reculer. Par exemple, lorsque le phénomène de la réduction chromatique dans les éléments sexuels a été constaté, on a cru que cette réduction s'opérait au cours des deux dernières divisions subies par ces éléments. Or, Boveri a montré le premier que le phénomène était plus compliqué, et qu'avant même ces deux divisions, les éléments chromatiques étaient disposés en groupes de quatre bâtonnets, les *groupes quaternes*, qui se dédoublaient pour passer aux noyaux des éléments sexuels. Mais la manière même dont s'établissent les groupes quaternes, et suivant laquelle se séparent les bâtonnets de chaque groupe, paraît s'effectuer d'après des modes très différents. C'est du moins ce qui résulte des observations de Brauer chez l'*Artemia* (1892), de Henking chez les Insectes (1890-91), de von Rath chez le *Grillotalpa* (1892), de Hæcker chez les Crustacés (1893), de Rückert chez les Vertébrés (1894). Tout récemment encore, Wilcox est arrivé, chez les *Caloptenus* et *Cicada*, à des résultats très différents de ceux de ses prédécesseurs.

Il est fort probable que tous ces auteurs sont dans le vrai et que la réduction karyogamique s'effectue chez les animaux suivant des procédés très divers. Il peut même arriver que, chez un même animal, cette réduction s'opère de deux manières différentes. Dans un travail fort remarquable sur le développement de la souris, Sobotta[1], qui étudie avec le plus grand soin tous les phénomènes relatifs à la fécondation, confirme, entre autres, ce fait déjà indiqué par Tafani, que l'œuf de la souris ne forme habituellement qu'un seul globule polaire. Dans un dixième des cas cependant, il se forme deux globules, et alors la première figure de division offre des caractères particuliers, tandis que la seconde est identique à celle qu'on observe dans les œufs à globule unique. L'œuf de l'*Amphioxus* présente aussi un seul globule polaire, et Sobotta[2] confirme à ce sujet les anciennes observations de Hatscheck.

Une autre question, qui s'est aussi montrée plus complexe qu'on ne l'avait cru d'abord et au sujet de laquelle les zoologistes durent abandonner leurs premières idées, est relative à l'origine des centrosomes de l'œuf fécondé. On sait combien les recherches de Fol et la découverte de son fameux quadrille des centres avaient enthousiasmé les naturalistes : et, comme ces recherches concordaient avec les remarquables travaux de Guignard sur les végétaux, il était assez rationnel de penser que le cas observé par Fol chez l'Oursin se retrouverait chez tous les animaux. Ici encore les observations récentes démontrent que cette généralisation était trop hâtive; toutefois l'accord paraît être bien prêt de se faire à ce sujet, et les zoologistes sont assez unanimes pour admettre qu'au moment de la fécondation l'œuf est dépourvu de centrosome, et que le spermatozoïde seul possède ce corps, qui, en se dédoublant, produit les deux centrosomes de la première figure kinétique. J'ai déjà eu l'occasion de dire l'an dernier que Julin

[1] *Arch. f. Mikr. Anat.* XLV.
[2] *Anat. Anz.* XI.

chez les Tuniciers et Fick chez l'Axolotl étaient arrivés à cette conclusion, à laquelle arrivent également Mead [1] chez le Chétoptère, Korschelt [2] chez l'*Ophiotrocha*, Hill [3] chez le *Sphærechinus* et la *Phallusia*, Boveri [4] et Meyer [5] chez les Nématodes, et surtout Wilson et Mathews [6] chez plusieurs espèces d'Échinodermes. Tous ces auteurs affirment qu'il n'y a pas de quadrille des centres, que Fol a été induit en erreur et que le spermatozoïde seul fournit la substance des centrosomes. Comme le dit Boveri, l'œuf possède deux des trois facteurs indispensables à toute division, c'est-à-dire le cytoplasma et le nucléoplasma ; mais il ne possède pas le troisième, qui est le centrosome ; le spermatozoïde, au contraire, possède le nucléoplasma et le centrosome, mais il n'a pas de cytoplasma (ou si peu qu'il n'y a pas lieu de le compter).

Ces résultats tendent à nous faire revenir à la conception première de van Beneden qui voyait dans la fécondation un phénomène exclusivement nucléaire. On sait que ce savant, après avoir observé chez l'*Ascaris* que les deux pronucleus ne se fusionnaient pas lors de la première division, avait suggéré que cette indépendance persistait dans toutes les divisions ultérieures, et qu'ainsi, toute cellule d'un individu renfermait dans son noyau des éléments paternels et maternels distincts. Cette hypothèse était fort séduisante, mais elle n'était appuyée d'aucune observation directe. Rückert [7] a cherché à combler cette lacune et à faire la preuve que van Beneden n'avait pas donnée. Il a reconnu, chez un *Cyclops*, que, jusqu'à un stade avancé dans la segmentation et dans la formation des feuillets, et même chez le *Nauplius*, les deux masses chromatiques provenant de chaque pronucleus restaient indépendantes et ne se mélangeaient pas. Cette séparation se maintient-elle pendant toute la vie? Cela est très vraisemblable, car Rückert retrouve dans les figures de maturation de l'œuf les mêmes groupements binaires qu'il observe pendant le développement.

[1] *Journ. of Morphology*, X.
[2] *Verh. Deutsch. Zool. Gesells.* 1885.
[3] *Journ. of Morphology*, X.
[4] *Verh. Phys. Med. Gesells. Würzburg*, 1895, et *Arch. f. Entwicklungsmekanik*, 1895.
[5] *Jen. Zeits.*, XXIX.
[6] *Journ. of Morphology*, X.
[7] *Arch f. Mikr. Anat.* XLVII.

II. — Morphologie et embryologie.

§ 1. — Protozoaires.

On sait que dans un grand nombre de Foraminifères Polythalames, l'enroulement cache souvent les premiers tours de spire, et, comme dans les déterminations des espèces on utilise surtout les caractères visibles à l'extérieur, les espèces sont faites, le plus habituellement, d'après les derniers tours de spire. Or, dans les individus qui, d'après ce mode de détermination, appartiennent à la même espèce, Munier-Chalmas a signalé le premier un dimorphisme très curieux et ce dimorphisme s'observe chaque jour dans des espèces de plus en plus nombreuses. Si l'on coupe, par exemple, plusieurs Biloculines de manière à voir les premiers tours de spire, les loges initiales, on voit que chez certains individus (fig. 1), le type Biloculine reste constant du centre à la périphérie, et que, dès la première loge, qui est très grande, l'enroulement se fait suivant le type Biloculine: cet individu, désigné par Munier-Chalmas sous le nom d' « individu A », peut être appelé individu à *mégasphère*. Dans un autre individu (fig. 2), dit « individu B », les loges initiales seront, au contraire, enroulées suivant le type Quinqueloculine, et ce n'est qu'à partir d'un certain nombre de loges que l'enroulement se fera suivant le type Biloculine; la première loge est très petite, d'où le nom d'individu à *microsphère*. On remarque en outre que les individus A ont un seul noyau qui est gros, et que les individus B en ont un grand nombre de petits. On a émis diverses hypothèses pour expliquer ce dimorphisme : les découvertes récentes de Lister [1] et de Schaudinn [2], en rendent compte d'une manière satisfaisante.

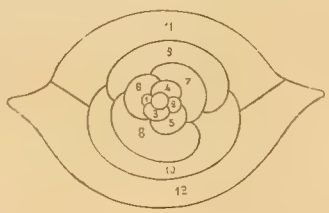


Fig. 1.

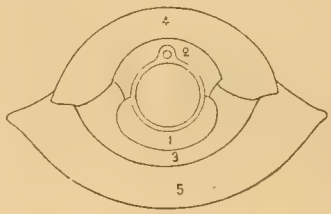


Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Biloculina murrhyna.*
Fig. 1. Forme A à mégasphère. — Fig. 2. Forme B à microsphère.
(D'après Munier-Chalmas et Schlumberger.)

La reproduction des Foraminifères s'effectue le plus habituellement par le morcellement du protoplasma maternel en un certain nombre de morceaux, pourvus chacun d'un noyau et qui deviennent libres pour s'accroître ensuite : c'est une sorte de génération endogène. Cette reproduction a été étudiée avec beaucoup de soin par Schaudinn et elle présente quelques variantes, suivant que les germes se différencient dans l'intérieur de l'organisme maternel, qu'ils sortent par la bouche ou par

[1] *Phil. Transact.*, 1895.
[2] *Biol. Centralb.* XIV, et *Untersuchungen an Foraminiferen.* Berlin, 1894.

rupture du test, que le protoplasma s'épanche au dehors et se morcelle ensuite, etc. Lister et Schaudinn ont observé que cette gemmation avait lieu dans les deux sortes d'individus, à microsphère (Ex. *Orbitolites*) et à macrosphère (Ex. *Orbitolites*, *Perenoplis*). Or, à côté de ce mode de reproduction, il en existe un autre consistant en la formation de zoospores qui ne prennent naissance que dans les individus à macrosphère exclusivement. Ces zoospores se forment à la suite de fragmentations nucléaires répétées et, d'après les observations de Lister, elles se développeraient, soit directement, soit après s'être conjuguées deux à deux, en individus à microsphère.

Le cycle évolutif des Foraminifères serait donc le suivant, si l'on part de la zoospore : celle-ci donne naissance à un individu à microsphère qui produirait, par gemmation endogène, des individus à macrosphère; ceux-ci, à leur tour, se reproduiraient de la même manière. Ainsi se succéderaient, toujours par gemmation, de nombreuses générations de Foraminifères appartenant tous à la forme à macrosphère; puis, à un moment donné, l'un de ces individus donnerait des zoospores qui produiraient des individus à microsphère.

Les observations de Lister et de Schaudinn nous expliquent ainsi pourquoi on n'a jamais pu trouver de formes de passage entre les individus A et B, et pourquoi aussi les premiers sont beaucoup plus répandus que les seconds. Les individus à macrosphère sont, en effet, indifféremment produits par des individus à macro- et à microsphère, et leurs générations peuvent se succéder sans interruption pendant fort longtemps, tandis que la forme à microsphère n'apparaît qu'une seule fois, au cours d'un cycle évolutif qui commence et qui finit lors de la production des zoospores.

§ 2. — Invertébrés.

La plupart des travaux relatifs aux animaux inférieurs, dont je devrais parler dans cette revue, étant en cours de publication ou n'ayant encore été l'objet que de notes préliminaires, j'en renvoie l'examen à l'an prochain, et je m'occuperai exclusivement de formes relativement élevées en organisation.

Je signalerai d'abord un travail de Giard et Bonnier[1] sur les Epicarides des Arthrostracés, qui offre un intérêt de premier ordre à cause de la rareté excessive de ces parasites et des particularités d'organisation qu'ils présentent. Les parasites des Amphipodes diffèrent de ceux des Isopodes et doivent rentrer dans une famille différente : les premiers sont les Cabiropsidés (avec sept espèces) et les seconds, les Podasconidés (quatre espèces). Ces deux familles présentent des différences assez importantes, bien qu'elles se rattachent toutes deux au phylum des Cryptonisciens.

Parmi les Cabiropsidés, la forme la plus intéressante est le *Gnomiscus podasconis*, qui est *parasite d'un parasite*. Cet Epicaride a, en effet, été trouvé sur un *Podascon haploopis*, parasite lui-même de l'*Haploops tubicola* recueilli à Concarneau. Le parasite du *Podascon* est attaché à son hôte dans la position habituelle des Bopyres, la tête tournée vers la partie postérieure de l'hôte. Ce type doit être rapproché du *Cabirops lernæodiscoides*, trouvé par Kossmann sur un *Bopyrus* indéterminé des îles Philippines. Ce cas extrêmement intéressant mérite d'être signalé : car il est fort rare de constater des exemples d'un animal vivant en parasite sur un autre animal appartenant au même ordre que lui et étant lui-même parasite. Les insectes Hyménoptères seuls offrent des cas analogues.

L'histoire des Podasconidés se lie intimement à celle des Copépodes parasites de la famille des Choniostomidés : car, suivant les localités, on trouvera qu'une même espèce d'Amphipode peut être infestée, tantôt par un Epicaride, tantôt par un Copépode. Ces Copépodes offrent de grandes affinités avec d'autres Copépodes parasites d'Annélides : aussi, Giard et Bonnier les réunissent-ils tous dans la même famille des Sphæronnellidés. Un des caractères les plus remarquables de cette famille est que les canaux excréteurs des glandes génitales mâles débouchent dans la région céphalique de l'animal, au voisinage de la bouche. Ces canaux servent aussi à l'excrétion d'une substance cémentaire, grâce à laquelle le mâle se fixe sur la femelle. Ce rôle nouveau et ces connexions des canaux génitaux constituent un des traits les plus frappants de la morphologie des Sphœronellidés. On ne trouve de disposition analogue que chez les Cirrhipèdes où Giard a montré, il y a plusieurs années, que chez la Sacculine les testicules jeunes sécrétaient une substance cémentaire avant de fonctionner comme glande génitale.

Les travaux de Kerr[1] et de Bela Haller[2] sur le Nautile nous font connaître certains traits d'organisation qui indiquent chez ce Céphalopode Tétrabranche un état plus primitif encore qu'on ne le supposait. C'est ce qui ressort, par exemple, de la disposition des glandes génitales. L'ovaire n'est autre chose qu'une portion spécialisée de l'épithélium cœlomique, au-dessus de laquelle s'élève un repli de la paroi du cœlome, de manière à former un sac qui s'ouvre dans la cavité générale. Les

[1] *Bull. scientif.*, XXV.

[1] *Proc. Zool. Soc.* London, 1895.

[2] Semon, *Forschungsreise in Malayischen Archipel.*

œufs sont entourés d'un follicule. Le testicule offre une structure analogue, mais sa cavité interne est divisée par un système de tubes anastomosés. La glande albumineuse décrite par Keferstein chez la femelle n'a pas été retrouvée.

Le cœlome est divisé en deux parties : l'une antérieure ou génitale, et l'autre postérieure ou péricardique. Primitivement, ces deux parties communiquaient avec l'extérieur, chacune par une paire d'organes segmentaires ; mais la paire antérieure s'est transformée chez le Nautile actuel en une paire de canaux évacuateurs des glandes génitales, et l'un des deux canaux seul a persisté. Les reins, au nombre de deux paires, sont absolument indépendants. Le foie est composé de deux lobes, et cette disposition vient à l'appui des idées de Fischer sur l'origine bilatérale du foie chez les Mollusques.

L'étude du système nerveux a révélé à Kerr des faits intéressants. Outre la découverte du système buccal, dont l'existence avait été niée, il a observé une commissure post-anale qui rappelle la disposition reconnue dans un autre groupe inférieur, les Amphineures. Ce n'est pas là le seul caractère commun que présentent ces deux groupes, et Kerr fait ressortir les ressemblances qu'ils offrent, telles que la symétrie bilatérale, les traces de métamérisation qui apparaissent dans la structure du cœur et la présence d'un cœlome divisé en deux régions dont chacune communique avec l'extérieur par une paire d'organes segmentaires.

Un type de Mollusque très voisin du Nautile, mais plus inférieur encore, la Spirule, vient de faire l'objet d'un travail de Huxley et Pelseneer [1], qui offre pour les zoologistes un intérêt capital et vient combler une grosse lacune. C'est à peine si nous avions quelques renseignements sur l'organisation de ce Céphalopode, et notre ignorance sur ce point tenait à la rareté extraordinaire de l'animal, si rare que les échantillons observés se comptent [2]. Cette ignorance était d'autant plus regrettable que la Spirule offre une très grande importance phylogénétique, car elle est le seul représentant actuellement vivant de formes très anciennes. On peut en effet la caractériser ainsi : *C'est le seul Dibranche à coquille multiloculaire siphonée, et partiellement externe.*

Lors de l'expédition du *Challenger*, un échantillon de Spirule à peu près complet fut recueilli dans la mer de Banda, et l'étude de ce spécimen fut confiée à Huxley qui fit plusieurs dessins, mais mourut sans avoir publié son travail. Pelseneer, ayant eu la bonne fortune d'étudier un autre échantillon, voulut bien se charger de publier, dans les *Reports* du *Challenger*, un mémoire sur la Spirule en utilisant les dessins de Huxley et ses propres observations. Nous lui sommes ainsi redevables de la plus importante contribution apportée depuis longtemps à l'étude des Mollusques.

Le corps de la Spirule (fig. 3) est allongé, cylindrique et tronqué à son extrémité postérieure, qui offre un disque terminal, de chaque côté duquel se trouvent deux petites nageoires parallèles au plan sagittal. Les huit bras sessiles sont petits et les bras tentaculaires, qui sont plus longs que le corps, sont incomplètement rétractiles. La surface externe du manteau possède dans toute son étendue des chromatophores. On sait que ce manteau, prenant un développement considérable, donne naissance à des lobes qui recouvrent presque toute la coquille ; il ne reste sur chacune des deux faces dorsale et ventrale qu'une ouverture longitudinale en forme d'ellipse, au niveau de laquelle les derniers tours de spire restent nus.

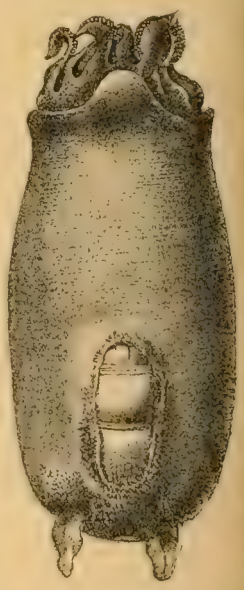


Fig. 3. — *Spirule, aspect extérieur de l'animal.* (D'après Huxley et Pelseneer.)

Je me bornerai à résumer très brièvement les observations sur l'anatomie interne (voir fig. 4), qui peuvent donner des renseignements sur la position zoologique et sur l'importance phylogénétique de la Spirule.

Le système nerveux central est très allongé : il offre une paire de ganglions cérébraux, trois paires de ganglions sous-œsophagiens (branchiaux, pédieux et pleuro-viscéraux) et deux énormes gan-

[1] *Bulletin scientifique*, XXV, et *Reports of the* « Challenger », 1895.

[2] Le premier spécimen un peu complet, quoique encore mutilé, de Spirule qui fut recueilli, est celui de Peron et Lesueur qui s'est malheureusement perdu au Muséum de Paris, après qu'un dessin très insuffisant en eut été pris. Quelques autres spécimens, très incomplets, furent rapportés ensuite par l'expédition anglaise au Congo (1816) et par la *Recherche* (1836). Plus tard, deux autres individus, un mâle et une femelle dont l'origine était inconnue, furent remis à Owen, qui, chose curieuse, ne sut tirer aucun parti de spécimens aussi précieux et se contenta de publier, en 1879 et en 1880, quelques observations insuffisantes et même inexactes. En 1865, un échantillon complet fut trouvé à Port-Jackson : il fut déposé au musée de Sydney, sans avoir été l'objet d'études anatomiques. Pendant la croisière du *Blake* dans la mer des Antilles (1878-79), un exemplaire entier de Spirule fut capturé, mais il fut encore égaré sans avoir été étudié. Enfin l'expédition du *Challenger* rapporta un échantillon unique dont l'étude a été commencé par Huxley.

Dans ces derniers temps, M Giard avait pu acquérir deux individus incomplets provenant probablement de la mer des Sargasses : c'est le plus complet de ces échantillons qui a été étudié par Pelseneer.

glions optiques; sa ressemblance avec celui des Ægopsidés est très remarquable. L'œil a une cornée largement ouverte. Les glandes salivaires sont au nombre de deux paires; l'estomac est divisé en deux chambres, et l'appendice pylorique a la forme d'un sac ovoïde spiralé. Le foie, formé de deux lobes égaux, n'est traversé ni par l'œsophage ni par l'aorte. L'anus est dépourvu de valvules. Le cœur fournit une aorte antérieure et une aorte postérieure : celle-ci donne naissance, dès son origine, à une branche récurrente antérieure qui dessert le rectum et les glandes génitales. Les

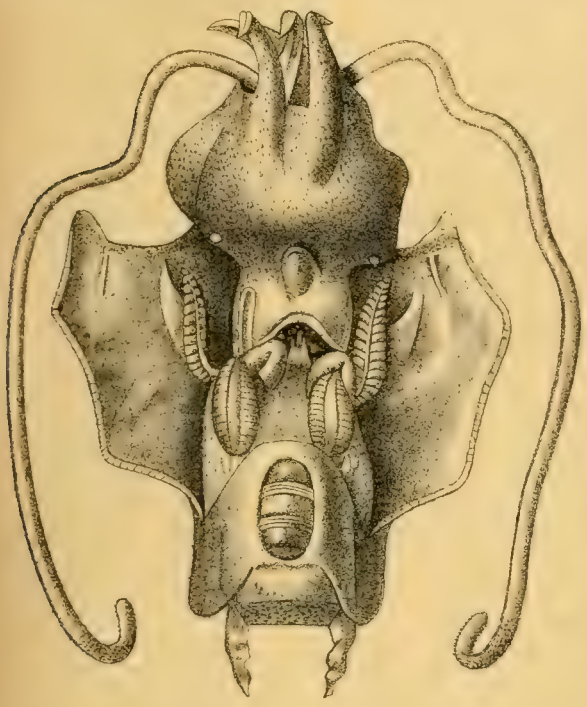


Fig. 4. — *Spirule dont le manteau a été fendu sur toute la longueur.* (D'après Huxley et Pelseneer.)

reins, de forme triangulaire, sont situés de chaque côté du rectum et ne communiquent pas l'un avec l'autre; les deux orifices externes sont sessiles.

Les observations de Pelseneer permettent de fixer définitivement la position systématique de la Spirule : contrairement à ce qui était admis, c'est un Ægopsidé. Comme, d'autre part, la Spirule présente des caractères d'organisation très primitifs et très archaïques (coquille encore partiellement externe, anus sans valvules, comme chez les Nautiles, reins sans communication avec l'extérieur), l'opinion de ceux qui voient dans les Ægopsidés les plus anciens des Céphalopodes dibranchiaux se trouve ainsi confirmée. Toutefois, on peut affirmer que les Spirules se sont détachées de fort bonne heure de la souche des Ægopsidés, avant l'acquisition du rostre des Dibranches testacés et avant que le phragmocone se soit réduit et soit devenu interne, comme il l'est chez les Bélemnites : le point de départ de cette évolution a été une forme très voisine des *Belemnoteuthis*.

Dans quelles régions de l'Océan la Spirule vit-elle? On sait que les coquilles sont rejetées en grande abondance sur certains rivages, et que, grâce à leur légèreté, elles peuvent être entraînées très loin par les courants. Mais, jusqu'à maintenant, il n'a pas encore été recueilli un seul exemplaire *vivant :* tous les échantillons entiers qui ont été trouvés étaient morts et presque tous flottaient à la surface des eaux où ils avaient été entraînés par la légèreté de leur coquille. Les exemplaires du *Blake* et du *Challenger*, qui ont été capturés dans les profondeurs, étaient aussi morts. La Spirule doit donc habiter à de grandes profondeurs : comme elle possède des nageoires et un entonnoir, et que, d'autre part, les chromatophores sont développés sur toute l'étendue de ses téguments, on peut affirmer qu'elle ne vit pas enfouie dans la vase, mais qu'elle est un animal nageur, un pélagique des grands fonds. Il est assez remarquable, en effet, que les Spirules ont toujours été trouvées près de certains centres au voisinage desquelles existent des *fosses* où la profondeur tombe rapidement à 5 et 6.000 mètres. Il est fort probable que des dragages exécutés dans ces fosses permettraient de capturer des Spirules vivantes.

Nous n'avions encore que fort peu de données sur l'embryologie des Synascidies du groupe des Didemniens. Salensky [1] a comblé cette lacune en publiant deux mémoires, l'un sur le développement du *Diplosoma Listeri*, l'autre sur celui du *Didemnun cereum*. Les résultats les plus intéressants de ces mémoires se rapportent, les uns à l'ensemble des Tuniciers, les autres à la famille spéciale des Didemnidés.

Parmi les premiers, Salensky analyse la valeur relative, au point de vue phylogénétique, des différentes parties du système neuro-hypophysaire, et il conclut que le ganglion définitif des Ascidies est une acquisition récente et qu'il n'appartient pas au plan primitif. La cavité péribranchiale est ectodermique chez la larve et endodermique dans le bourgeon. Les relations et l'origine du cœur et de l'épicarde sont vérifiées une fois de plus, au moins chez le *Didemnum;* Salensky croit voir dans ces formes un nouvel exemple de la participation des cellules du testa à la formation de la tunique.

Le second ordre de faits est particulièrement important. On sait que l'œuf du *Diplosoma* donne naissance, non à un, mais à deux individus également développés. Salensky étudie le mode de

[1] *Mith. Zool. Stat. Neapel.* XI.

formation des organes dans ces deux ascidiozoïdes et il compare, pour les interpréter, les résultats à ceux de l'organogénèse des *Didemnum*, où la larve est simple : d'une manière générale, il y a parallélisme des processus. De la comparaison l'auteur conclut que les deux individus composant le têtard de *Diplosoma* proviennent de la division de l'oozoïde, et que l'un n'est pas un bourgeon de l'autre. Ce n'est pas l'opinion de Caullery[1], qui confirme d'ailleurs l'exactitude des faits décrits par Salensky, mais qui les interprète d'une manière plus logique : il voit, en effet, dans les deux individus que produit l'œuf d'un *Diplosoma* l'ensemble d'un oozoïde et d'un blastozoïde. La blastogenèse s'effectue dès le début du développement et s'accompagne d'un échange de viscères entre les deux individus. En tenant compte de cette circonstance, il interprète tous les faits décrits par Salensky chez les *Diplosoma* par les lois normales de la blastogénèse des Didemniens.

Les observations de Caullery se rapportent à de nombreux Tuniciers et elles ont une grande portée générale. Outre le point spécial que je viens d'indiquer, elles ont eu particulièrement pour objet l'étude de l'hystolyse et de la blastogenèse chez les Synascidies. Dans l'hystolyse des Tuniciers, les phénomènes de phagocytose n'interviennent que secondairement : les éléments anatomiques commencent à se dissocier, et, une fois mis en liberté, ils dégénèrent, et leurs noyaux se chromatolysent. C'est alors seulement qu'intervient la phagocytose, qui n'est donc pas un phénomène de début, mais sert seulement à éliminer les matériaux préalablement hystolysés.

Le mode de formation des organes a déjà été étudié dans les bourgeons d'un grand nombre de Tuniciers. Les premiers travaux ayant montré que les mêmes organes n'avaient pas toujours la même origine chez la larve et dans le bourgeon, les auteurs avaient multiplié les recherches et s'ingéniaient à faire disparaître ces prétendues exceptions qu'on considérait volontiers comme des erreurs d'observation. Or, comme non seulement les organes peuvent se former d'une manière différente dans les larves et les bourgeons, mais que des divergences importantes peuvent être notées d'une famille à l'autre, il en résultait un désaccord complet entre les zoologistes sur cette question. Caullery a repris l'étude des trois points les plus controversés : l'origine de la cavité péribranchiale chez la larve, l'origine et les rapports du système neuro-hypophysaire chez la larve et le bourgeon, et la blastogenèse des Didemnidés. De ses observations il résulte une confirmation définitive de ce fait, extrêmement important, que certains organes qui proviennent de l'ectoderme chez la larve sont d'origine endodermique dans le bourgeon, et réciproquement.

La théorie des feuillets se trouve donc ici en contradiction formelle avec l'observation ; mais ce fait, en apparence paradoxal, n'a rien qui doive nous étonner, et Caullery en rend parfaitement compte. La théorie des feuillets, dit-il en effet, est basée sur les faits et ne peut avoir d'autre mesure que ces faits eux-mêmes ; les trois feuillets n'ont pas la valeur d'entités fixes : ils ont été établis par la considération du développement embryonnaire, mais rien n'indique que, hors ce développement, leur valeur absolue soit conservée. La distinction des feuillets n'a plus de sens au début de toute série formatrice, et les tissus qui constituent un bourgeon ne sont pas plus ectodermiques ou endodermiques que l'œuf n'est un élément mésodermique.

Or, il faut bien se rendre compte que les processus de la blastogenèse sont complètement indépendants de la morphologie embryonnaire : la première a fait son apparition après celle-ci et constitue, par rapport à elle, une épigénèse. La blastogénèse devient donc une sorte d'embryologie nouvelle et les feuillets ne gardent plus leur spécificité dans le bourgeonnement. Celui-ci est un phénomène de seconde venue, modifiant les rapports des éléments et leur mode d'évolution. Après un certain temps d'arrêt, le développement peut s'opérer à nouveau, mais suivant un rythme différent : les deux évolutions n'ont alors de ressemblance que par l'identité du terme final ; le tissu proliférateur a réacquis la plasticité embryonnaire, mais la nouvelle évolution ne rentre pas fatalement dans le même cadre que l'ancienne.

Ce n'est pas seulement chez les Tuniciers que la blastogénèse est en désaccord avec la théorie des feuillets : on sait, par exemple, que dans le bourgeon des Bryozoaires des portions ectodermiques fournissent des organes franchement endodermiques tels que l'anse digestive.

Chun[1] a été conduit à développer des considérations analogues en observant que, chez certaines Méduses (*Rathkea*, *Lizzia*) le bourgeonnement s'effectuait aux dépens de l'ectoderme exclusivement, sans participation de l'endoderme, et il conclut en disant : Le développement sexuel ainsi que le développement asexuel nous offrent des exceptions aux règles établies, et les feuillets embryonnaires ne sont des entités ni histologiques ni morphogéniques. Qu'un bourgeon se développe vers l'extérieur et les feuillets y auront la même disposition que chez la mère ; qu'il se développe, au contraire,

[1] *Bulletin scientifique*, 1896, et *Comptes rendus*, 1896.

[1] Atlantis. — *Bibliotheca Zoologica*, XVIII.

vers l'intérieur (Bryozoaires), et les feuillets auront une disposition inverse.

§ 3. — Vertébrés.

La contribution la plus importante à l'ontogénie des Vertébrés est fournie cette année par les recherches de Semon sur le développement et les annexes fœtales des Monotrèmes et des Marsupiaux, publiées dans les *Forschungsreise*, dont j'ai eu l'occasion de parler l'an dernier.

coque : la coque gauche représente le sac vitellin, et la droite l'allantoïde, le tout entouré par la membrane séreuse. Vers le milieu du développement, les deux sacs sont égaux, ensuite l'allantoïde devient plus grande.

La circulation vitelline offre la disposition que représente la figure 5. Un tronc veineux se dirige en avant et se divise en deux branches qui se ramifient Les artères qui proviennent de l'artère abdominale, vont en arrière sous forme de deux branches

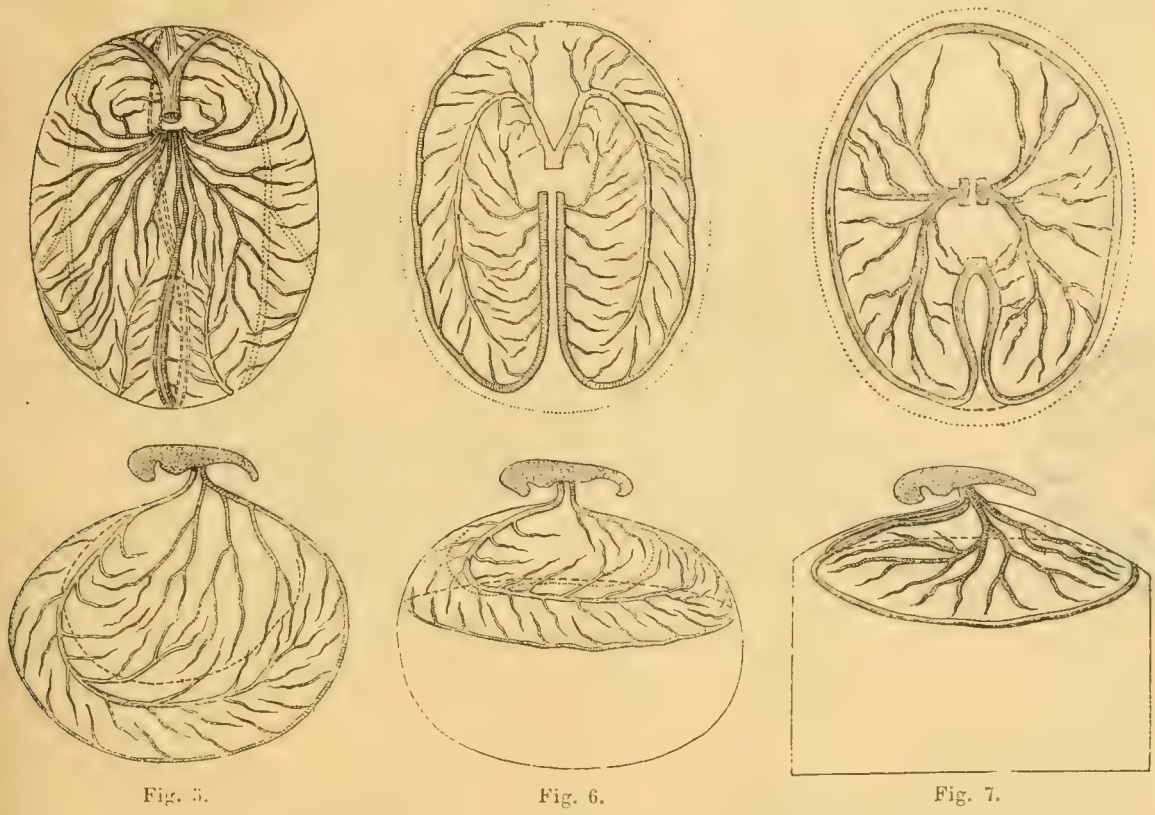


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 5 à 7. — *Représentations schématiques de la circulation vitelline chez les Vertébrés amniotiques* (d'après R. Semon). Fig. 5. *Echidné.* — Fig. 6. *Mammifères vivipares.* — Fig. 7. *Sauropsidés.* (Les artères sont représentés par des hachures.)

Semon a principalement étudié le développement de l'Echidné. Chez cet animal, l'œuf n'a pas son volume définitif au moment où il tombe dans l'oviducte : son diamètre n'est alors que de 3, 5 à 4 millimètres, tandis que, lorsqu'il est pondu, il atteint 16 millimètres sur 13. C'est aux dépens des substances absorbées dans l'oviducte et grâce à la structure particulière de sa coque, qui est traversée de nombreux canaux à trajet irrégulier, que se produit cette énorme augmentation de volume. Les documents relatifs aux premiers stades sont assez sommaires : la segmentation est partielle, et il se fait une invagination gastrulaire ; mais les renseignements relatifs aux membranes sont, au contraire, très complets. Par rapport à ses enveloppes, l'Echidné est disposé comme une noix dans sa

parallèles, séparées par une bande non vascularisée, qui font tout le tour du vitellus suivant son équateur, pour revenir en avant et passer sous la bifurcation du tronc veineux. Cette circulation est différente de celle que l'on observe chez les autres Amniotes où l'on connaît deux types distincts. Chez les Mammifères vivipares (fig. 6), les deux artères vitellines se rendent en arrière, puis, s'écartant l'une de l'autre, se dirigent en avant et se rapprochent en constituant ainsi un cercle artériel marginal, tandis que les veines se ramifient en dedans du territoire limité par ce cercle. Chez les Sauropsidés, ce sont, au contraire, les veines qui forment le sinus marginal (fig. 7). Or, dans la circulation vitelline de l'Echidné, il suffit d'écarter les deux artères équatoriales afin d'élargir la bande étroite

qui les sépare, et de la rendre égale à la moitié du vitellus pour réaliser le type des Mammifères placentaires. On conçoit donc que la région non vascularisée du vitellus n'a pas la même origine chez les Sauropsidés et chez les Mammifères : chez les premiers, les vaisseaux, vu la taille du vitellus, s'étendent très lentement à sa surface, et la région non vascularisée se rétrécit de plus en plus au point de se réduire à zéro.

Chez les Mammifères, au contraire, il reste toujours une région qui ne se vascularise pas, bien qu'il n'y ait pas d'obstacle mécanique à l'extension des vaisseaux, car le vitellus est très petit.

Les membranes embryonnaires de l'Echnidé offrent ce caractère remarquable, que les deux replis amniotiques, au lieu de se fusionner complètement pour former un amnios interne et une séreuse externe, restent adhérents l'un à l'autre sur une certaine longueur à la surface dorsale et forment une sorte de raphé. Cette disposition, évidemment primitive, a été observée chez les Tortues, et tout récemment, Hirota en a retrouvé des traces chez le Poulet.

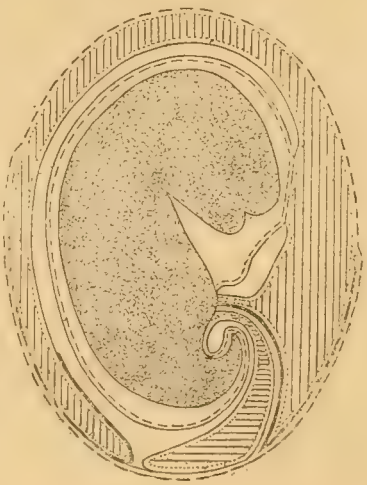


Fig. 8.

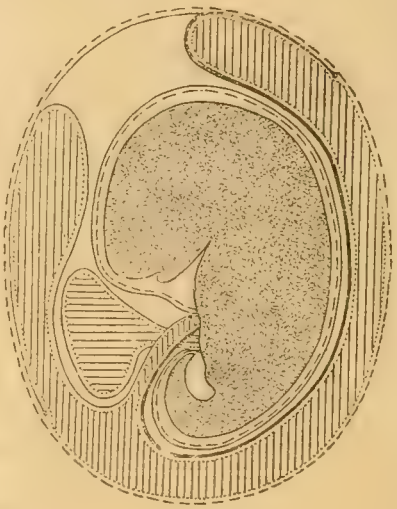


Fig. 9.

Fig. 8 et 9. — *Enveloppes embryonnaires des Marsupiaux.*
Fig. 8: Type du *Phascolarctus cinereus.* — Fig. 9. Type de l'*Æpyprymnus rufescens.* (D'après R. Semon.)

Chez les Marsupiaux, les membranes fœtales seraient constituées, d'après Semon, suivant deux types distincts. Dans un premier type, déjà étudié par Selenka et observé par Semon chez l'*Æpyprymnus* (fig. 9), l'embryon est très profondément enfoui dans l'intérieur du sac vitellin volumineux : ce sac remplit en même temps les fonctions de la nutrition et de la respiration, car l'allantoïde, très petite, est recouverte par lui et n'atteint pas la surface de l'œuf. Une pareille disposition s'écarte notablement de celle qui est connue chez les Monodelphes. Dans un deuxième type observé par Semon chez l'*Halmaturus* et le *Phascolarctus* (fig. 8), l'embryon n'est pas moins profondément enfoui dans l'intérieur du vitellus ; mais l'allantoïde, s'allongeant beaucoup, atteint la surface de l'œuf, s'unit à la séreuse et devient un organe de respiration. Une disposition analogue a été trouvée chez des Rongeurs et des Edentés.

Il résulte des observations de Semon que les Monotrèmes ne forment nullement, au point de vue de la disposition des membranes embryonnaires, un type intermédiaire entre les Sauropsidés et les Mammifères placentaires, et qu'il n'y a pas eu un perfectionnement progressif des Sauropsidés aux Didelphes et de ceux-ci aux Monodelphes.

Les études de Semon l'ont conduit à se préoccuper de l'origine phylogénétique de l'amnios. Il développe, en la modifiant, une théorie déjà soutenue plusieurs fois, d'après laquelle l'action de la pesanteur, provoquant l'enfoncement de l'embryon dans le vitellus au moment du passage de la vie aquatique à la vie aérienne dans le phylum des Vertébrés, aurait déterminé la production des replis amniotiques. Je ne suivrai pas Semon dans le développement de cette théorie qui paraît difficilement soutenable, d'autant plus que des expériences délicates sur des embryons de poulet lui ont montré que la densité de cet embryon était plus faible que celle du vitellus sous-jacent.

Cette question de l'origine de l'amnios préoccupe vivement les zoologistes, et Hubrecht [1] a tenté de la résoudre en prenant un point de départ tout autre que ses prédécesseurs. Il considère, en effet, que l'état primitif de l'amnios est celui où il se présente sous forme d'une vésicule close, comme on l'observe chez le Hérisson, tandis que la formation aux dépens de replis ne serait qu'une modification de ce premier procédé : ce serait un processus cœnogénétique venu plus tardivement dans la phylogénèse. On fait donc fausse route, d'après lui, lorsque l'on cherche à expliquer l'origine de l'amnios en ne tenant compte que de la formation par replis.

Pour comprendre l'exposé d'Hubrecht, il est nécessaire de connaître l'histoire d'une formation embryonnaire qu'il a déjà étudiée chez différents

[1] *Verh. K. Akad. Wetens. Amsterdam*, 1895.

Mammifères et sur laquelle il donne de nouveaux détails : c'est le *trophoblaste*. Lorsque la *morula* se transforme en *blastula*, on peut distinguer, dans la vésicule à double paroi qui prend naissance, une couche externe qui est le trophoblaste et une couche interne, formée sur sa plus grande étendue d'une assise unique de cellules, mais présentant en un certain point un épaississement qui est le *bouclier embryonnaire* des auteurs : ce bouclier représente l'endoderme et l'ectoderme non encore différenciés. Le trophoblaste ne prend aucune part à la formation de l'embyron et il recouvre le bouclier embryonnaire.

Or, chez le Hérisson, l'amnios n'est autre chose, au début, qu'un simple espace entre le trophoblaste et l'ectoderme. Au niveau de cet espace, le trophoblaste se divise en une couche interne qui constitue le plafond de la cavité amniotique et une couche externe qui se continue sans interruption avec le reste de ce feuillet : le trophoblaste ne cesse donc pas de former une couche ininterrompue tout autour de l'œuf.

Les dispositions sont un peu moins simples chez le *Pteropus* et le *Cavia ;* chez les *Arvicola*, *Mus*, etc., il se forme déjà, en dessous du trophoblaste, de véritables replis ; enfin chez les *Lepus* et *Sorex*, la portion de trophoblaste qui recouvrait le bouclier embryonnaire fait défaut. Nous sommes ainsi conduits au type qui existe chez la plupart des Mammifères.

Cela posé, Hubrecht se demande s'il existe chez certains Vertébrés anamniotiques des dispositions comparables à l'amnios primitif du Hérisson ou faisant présager cet amnios. Pour lui, ces dispositions existeraient chez les Batraciens et il regarde comme parfaitement homologue au trophoblaste une couche tout à fait superficielle et située en dehors de l'embryon, que les auteurs ont déjà distinguée depuis longtemps et que Götte, notamment, a décrit sous le nom de *Deckschicht*. Je ne puis suivre ici l'auteur dans les considérations qu'il développe pour montrer comment l'œuf d'un Amphibien vivipare a pu donner naissance aux formations caractéristiques des Amniotes.

Ce n'est donc pas chez les Sauropsidés, pas plus que chez les Mammifères inférieurs, Ornithodelphes ou Didelphes, qu'on doit chercher les formes les plus simples de l'amnios, et à celui qui s'étonnerait de ce fait, Hubrecht répond par des arguments tirés de la paléontologie. Il rappelle, en effet, d'une part qu'il n'y a aucun lien génétique entre les Sauropsidés et les Mammifères, ces deux classes dérivant séparément d'ancêtres voisins des Amphibiens, et que, d'autre part, l'évolution des trois classes de Mammifères, Ornithodelphes, Didelphes et Monodelphes, s'est également faite d'une manière indépendante.

III. — Géographie zoologique.

J'ai indiqué, l'an dernier, les changements que les auteurs américains avaient apportés aux grandes divisions établies par Wallace en géographie zoologique. Scharff [1], dans une étude sur les Mammifères de la région holarctique, confirme les vues de ces auteurs ; mais le but principal de ses observations est de rechercher l'origine des Mammifères d'Irlande et de suivre leur immigration lors des périodes géologiques. C'est l'Asie centrale qui a été le berceau de la plupart de ces Mammifères, et l'examen comparatif de leur répartition, à l'époque actuelle et à l'époque tertiaire, montre que la séparation de l'Irlande et de l'Angleterre s'est effectuée immédiatement avant les dépôts pléistocènes.

Ces travaux de géographie zoologique n'ont guère comporté, jusqu'à présent, que l'étude des formes supérieures : les grandes divisions établies par Wallace et ses successeurs ont été fondées sur la distribution des Mammifères exclusivement. Ortmann [2] voudrait élargir considérablement le cadre de ces recherches, et il estime que la géographie zoologique, pour être complète, devrait comprendre cinq grandes divisions : la terre ferme, les eaux douces, la zone marine littorale, le fond de la mer et les eaux de l'Océan, c'est-à-dire les cinq grands domaines : continental, fluvial, littoral, abyssal et pélagique. Cette classification est fondée exclusivement sur les conditions d'existence des animaux qui dépendent de trois facteurs : lumière, milieu et substratum.

L'étude de la distribution des animaux d'eau douce est faite d'habitude dans les traités de géographie zoologique continentale, mais la géographie zoologique *marine*, c'est-à-dire celle qui comprend les trois derniers grands domaines d'Ortmann, n'existe pour ainsi dire pas, ou du moins n'a jamais fait l'objet d'un travail d'ensemble. Ortmann a essayé de combler cette lacune, et, bien qu'il ait surtout développé des considérations théoriques qu'il n'a appliquées qu'aux Crustacés Décapodes seulement, et que, par suite, son travail ne puisse être considéré que comme un simple essai, cet ouvrage mérite néanmoins de fixer notre attention.

Pour établir une division des régions maritimes en domaines zoologiques, Ortmann suit une méthode inverse de celle qu'on a appliquée à la géographie zoologique (limitée aux formes supérieures). Il n'a pas cherché, en effet, la distribution d'une ou de plusieurs classes d'animaux marins pour établir ensuite, et par des considérations *à posteriori*, sa classification : au contraire, il note les conditions physiques qui influent sur la distribu-

[1] *Mém. Soc. zool. France*, 1895.
[2] *Grundzüge der marinen Tiergeographie*. Jena, 1896

tion des animaux, établit d'après ces données une classification des différents territoires maritimes en régions distinctes, et recherche ensuite quels sont les principaux types (de Crustacés) qui vivent dans telle ou telle de ces stations. Voici la classification qu'il propose :

DOMAINE littoral	1. Région arctique....	Sous-région circumpolaire.
		Sous-région atlantique boréale.
		Sous-région pacifique boréale.
	2. Région indo-pacifique.....	uniforme.
	3. Région américaine occidentale.....	uniforme.
	4. Région américaine orientale.....	avec des faunes locales.
	5. Région africaine occidentale.....	Sous-région méditerranéenne.
		Sous-région guinéenne.
	6. Région antarctique	avec des faunes locales.
DOMAINE abyssal.		uniforme.
DOMAINE pélagique	1. Région arctique....	Sous-région circumpolaire.
		Sous-région atlantique boréale.
		Sous-région pacifique boréale.
	2. Région indo-pacifique.....	uniforme.
	3. Région atlantique..	uniforme.
	4. Région antarctique.	Sous-région notale circumpolaire.
		Sous-région antarctique circumpolaire.

Pour Ortmann, trois facteurs principaux interviennent pour déterminer l'établissement des faunes : un facteur climatérique, un facteur topographique et un facteur biologique. On connaît l'influence considérable qu'ont les climats sur la distribution des animaux ; on remarquera que, dans sa classification, une fois les trois grands domaines primaires établis, la distinction des grandes régions est surtout fondée sur des différences climatériques. L'importance de la topographie n'est pas moindre, et Ortmann l'utilise concurremment avec le facteur climatérique. Ainsi, une division des faunes littorales qui serait basée exclusivement sur la température, comprendrait seulement les trois grandes régions : arctique, tropicale et antarctique ; mais, comme dans la région tropicale les domaines littoraux se trouvent séparés par les masses importantes de l'Ancien et du Nouveau Monde, Ortmann établit quatre grandes coupures, qui sont les régions Indo-Pacifique, Américaine Orientale, Américaine Occidentale et Africaine Occidentale, dont chacune se trouve séparée des autres par des barrières climatériques (au Nord et au Sud) et topographiques. La région Arctique circumpolaire s'étend avec une parfaite continuité le long des continents septentrionaux (le détroit de Behring est trop étroit pour constituer une barrière), et la faune y est parfaitement homogène. Au contraire, dans la région Antarctique, le rétrécissement considérable que présentent, vers le Sud, les grands continents, fait que d'abord les régions littorales sont très réduites, et ensuite y sont séparées les unes des autres par d'énormes étendues d'eau. Il n'y a donc ici aucune continuité, et l'on devra distinguer de nombreuses faunes locales.

La faune abyssale, étant uniforme, ne comporte aucune division.

Les divisions de la faune pélagique sont surtout établies d'après les différences de température; mais Ortmann a eu le tort de ne comprendre, sous le nom de pélagiques, que des animaux habitant les *vagues* de l'océan et *flottant* à la surface des eaux. Il y a des pélagiques *profonds* qui sont bien différents des pélagiques superficiels et qui vivent dans des conditions physiques absolument différentes de celles où se trouvent ces derniers : ces conditions rappellent d'ailleurs celles où vivent les espèces abyssales. Une classification complète devrait tenir compte de ces différences.

Dans cette division des faunes marines, il ne faut pas considérer comme absolues les limites imposées par les barrières topographiques : lorsque, par exemple, ces barrières sont de formation récente, il y a un facteur géologique dont il faut tenir compte. Les auteurs ont déjà signalé de grandes ressemblances entre les faunes de l'Atlantique et du Pacifique de chaque côté de l'isthme de Panama : Faxon[1], en étudiant les Crustacés recueillis par l'*Albatros* dans la région de Panama, confirme ces ressemblances. Les espèces de Crustacés communes aux deux régions sont rares, à la vérité ; mais chaque espèce est représentée de l'autre côté par une forme très voisine, et, si l'isthme n'existait pas, ces espèces *représentatives* seraient considérées comme de simples variétés locales. En revanche, il est à remarquer qu'il y a très peu de genres communs aux régions Panamique et Indo-Pacifique. Ces faits prouvent que la région Panamique, qui, géographiquement, appartient au Pacifique, est, en réalité, Atlantique.

L'étude des Crustacés profonds confirme leurs affinités avec les formes littorales. Parmi les nombreux Crustacés dragués par l'*Albatros*, il n'y a que quatre genres qui soient spéciaux aux abîmes où l'on ne trouve en général que fort peu de types anciens (ce qui n'a rien d'étonnant lorsqu'on songe que la plupart des Crustacés fossiles que nous connaissons, vivaient dans des eaux peu profondes). Les dragages de l'*Albatros* montrent une fois de plus que les Crustacés des profondeurs sont des formes très spécialisées et hautement organisées, et diffèrent des formes côtières, qui sont plus simples.

Dr R. Kœhler,
Professeur de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

[1] *Mem. Museum Comp. Zool.* Cambridge, XVIII.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

L'ÉLASTICIMÈTRE DE M. CH. FRÉMONT POUR L'ÉTUDE DU POINÇONNAGE

Parmi les opérations qui interviennent dans les constructions métalliques, il en est peu de plus importantes que le poinçonnage, c'est-à-dire l'opération par laquelle on pratique dans les tôles les trous de logement des rivets. M. Tresca fit sur ce sujet, en 1869, de nombreuses expériences, parmi lesquelles le poinçonnage d'une série de lames de plomb superposées, dont les résultats sont encore exposés au Conservatoire des Arts et Métiers et ont été reproduits par la plupart des ouvrages classiques. Plus tard, M. Barba envisagea la question dans son mémoire sur l'emploi de l'acier dans les constructions métalliques, ouvrage qui fait encore autorité aujourd'hui. Parmi les conclusions les plus importantes du savant directeur du Creusot, il faut citer celles qui sont relatives à l'écrouissage produit dans le métal autour du trou fait par la poinçonneuse; ces observations ont montré qu'il était nécessaire d'enlever autour du trou de poinçon une certaine épaisseur de métal par un alésage consécutif au poinçonnage. Malgré quelques essais plus récents, effectués en Amérique principalement, la question est loin d'être épuisée. M. Charles Frémont en a fait l'objet d'une intéressante étude qu'il n'a pas encore publiée complètement, mais dont il a bien voulu nous communiquer les principaux résultats.

M. Frémont a d'abord réalisé un dispositif, excessivement simple et ingénieux, permettant d'obtenir, automatiquement et sans ralentir aucunement les opérations, un diagramme représentant les efforts exercés à chaque instant sur le métal par le poinçon; le principe de cet appareil, que son inventeur appelle *élasticimètre*, est indiqué dans la figure 1.

La plaque de métal à poinçonner est introduite entre le poinçon et la matrice M; le dispositif qui sert à produire sur le poinçon l'effort nécessaire pour découper la rondelle de métal varie notablement suivant les machines, mais, dans tous les cas, le bâti aura une forme en U, analogue à celle qui est indiquée dans la figure 1. Pendant le poinçonnage, les deux branches de cet U s'écarteront l'une de l'autre de quantités toujours très faibles, mais mesurables néanmoins et sensiblement proportionnelles à l'effort exercé; le bâti constitue donc un véritable dynamomètre dont la déformation donne à chaque instant la mesure de l'effort supporté par le métal. Cette déformation est amplifiée par un système de deux leviers B, C, formant une sorte de compas. La branche C, qui est fixe, porte une planchette G sur laquelle est placée une feuille de papier E et la tige B porte un crayon F qui trace une ordonnée proportionnelle à l'effort; d'autre part, la planchette est entraînée le long de la tige C par un fil attaché au porte-outil J et passant sur des poulies placées de telle façon que le déplacement soit proportionnel à l'abaissement du poinçon. On obtient donc un dia-

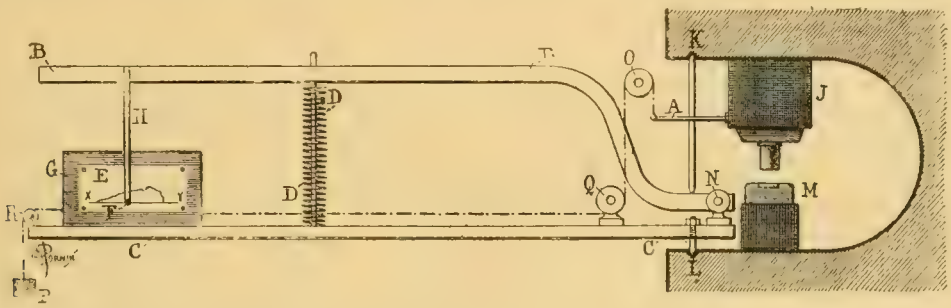


Fig. 1. — *Dessin schématique de l'élasticimètre.* — J, porte-outil; M, matrice; K, L, tiges fixées dans le bâti et conduisant les leviers BB, CC; BB, levier portant une tige H à laquelle est fixé un crayon F pour l'inscription du diagramme; CC, levier portant une planchette G sur laquelle est fixée une feuille de papier E pour l'inscription du diagramme; DD, ressort tendant à rapprocher les deux leviers BB, CC; P, contrepoids tendant une corde, fixée en A, qui fait mouvoir la planchette G; Q, Q, R, poulies.

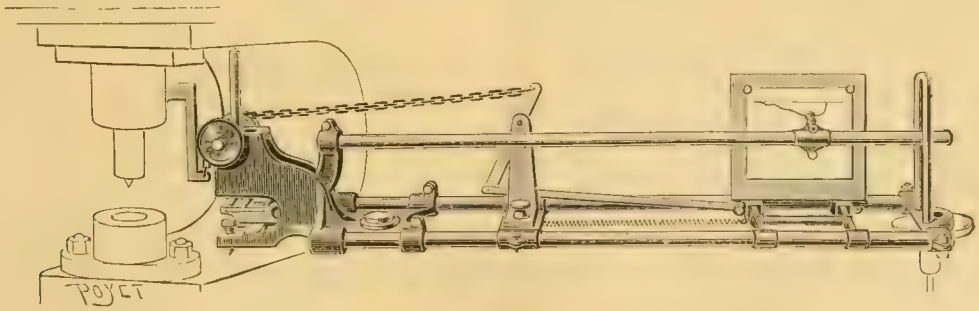


Fig. 2. — *Elasticimètre enregistrant le diagramme du travail dans le poinçonnage et le cisaillement des métaux.*

gramme dans lequel les ordonnées représentent l'effort, et les abscisses, les déplacements du poinçon. La figure 2 représente l'appareil tel qu'il est employé par M. Frémont. La figure 3 indique la forme des diagrammes. Dans ce diagramme, la dureté du métal est accusée par l'inclinaison initiale de la courbe à l'origine de l'effort; le tracé s'élève, en effet, d'une façon d'autant plus brusque, et en se rapprochant mieux de la verticale, que le métal présente plus de raideur. Plus loin, dans la partie CD, les valeurs simultanées que prennent l'ordonnée et l'abscisse à la suite de cette période préliminaire, au moment où se produit le changement d'inclinaison, fournissent par leur concours une indication précise de la malléabilité du métal et définissent, en un certain sens, la période élastique de l'opération étudiée. La région DE de la courbe, qui s'étend jusqu'à l'ordonnée maximum correspondant à l'effort de rupture total, représente la période de déchirures élémentaires qui, dans le diagramme de traction, apparaît aussitôt que la limite élastique est dépassée. La dernière partie de la courbe correspond au travail d'expulsion de la débouchure. L'ordonnée maximum EL est rigoureusement proportionnelle à la valeur de l'effort nécessaire pour le poinçonnage.

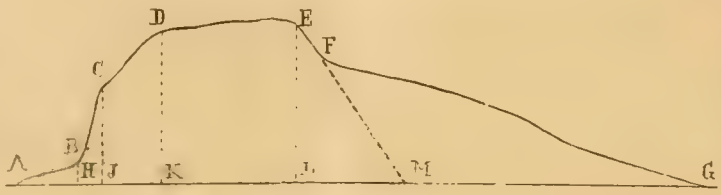


Fig. 3. — *Diagramme type du poinçonnage.*

Avec ce dispositif, M. Frémont a fait un très grand nombre d'expériences et il est arrivé à des conséquences parmi lesquelles nous signalerons les suivantes, qui nous semblent les plus importantes :

1° L'effort nécessaire pour le poinçonnage est proportionnel à l'épaisseur du métal, au périmètre du poinçon et à la résistance à la rupture du métal telle que la donne l'essai de traction. Si r est le rayon du poinçon, et E l'épaisseur du métal (en millimètres), R la charge de rupture à la traction (en kilogrammes par millimètre carré) et F l'effort maximum total produit par la poinçonneuse, on a très sensiblement, quel que soit le métal :

$$F = 0{,}7 \times R \times 2\pi r \times E$$

D'autre part, la différence des abscisses, correspondant à l'origine et à la charge maxima, varie comme l'allongement à la traction, sans toutefois lui être proportionnelle. Néanmoins, on voit que le diagramme de poinçonnage donne sur le métal des indications de même nature que les essais de traction généralement employés dans ce but. On a donc, comme l'ont fait remarquer MM. Baclé et Frémont, une véritable méthode d'essai des matériaux qui se prête moins aux mesures très précises que les méthodes actuellement employées, mais qui a l'avantage de ne pas nécessiter la préparation d'éprouvettes spéciales, de faire porter l'opération sur la pièce même de métal que l'on doit employer, enfin, qui permet de multiplier beaucoup les essais. Par exemple, en préparant les trous de rivet dans une tôle de chaudière, on pourra effectuer une mesure de dix en dix trous et avoir ainsi des renseignements très sûrs sur la qualité et l'homogénéité du métal.

2° L'effort nécessaire est sensiblement indépendant du jeu compris entre la matrice et le poinçon; mais ce jeu influe beaucoup sur la détérioration que subit le métal autour du trou du poinçon. Avec un jeu nul, la débouchure est cylindrique et le métal présente des arrachements nombreux et importants ; avec un jeu égal au $^1/_5$ environ de l'épaisseur, la débouchure est conique et le trou est parfaitement lisse. Ce résultat a suggéré à M. Frémont l'idée d'employer un poinçon spécial présentant la forme indiquée par la figure 4. La base inférieure agit comme poinçon présentant un jeu avec la matrice et produit une débouchure conique. Les cannelures arrivant ensuite produisent une sorte de rabotage, amènent le diamètre à être partout celui de la matrice et, après la sortie du poinçon, le métal présente un trou cylindrique, à parois lisses et qui, d'après M. Frémont, n'a besoin de subir aucun alésage. Ce résultat, s'il est confirmé par la pratique, aura une importance considérable; il suffit de voir l'énorme quantité de rivets que comporte la moindre construction métallique pour apprécier l'économie de main-d'œuvre qui résulterait de cette simple modification de forme du poinçon [1].

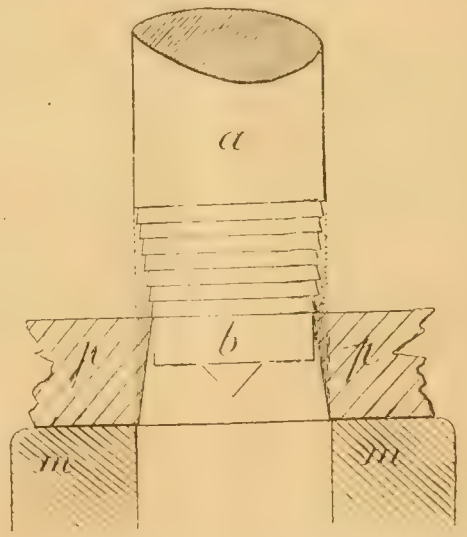


Fig. 4. — *Nouvelle forme de poinçon imaginée par M. Frémont.* — *a*, poinçon; *b*, base inférieure du poinçon présentant un jeu avec la matrice; *p*, pièce à perforer; *m*, matrice.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

[1] La *Revue générale des Sciences* a appelé l'attention à plusieurs reprises sur l'intérêt que présenterait la création d'un Laboratoire de mécanique. L'importance des conclusions obtenues dans cette étude systématique d'une opération industrielle fournit un argument de plus en faveur de cette thèse. La plupart des procédés d'atelier auraient besoin d'être étudiés de la même façon; mais on trouvera peu de chercheurs qui consentent, comme M. Frémont, à passer leur temps à faire, à leurs frais, des investigations d'intérêt général.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Darboux (Gaston), *Membre de l'Institut, Doyen et Professeur de Géométrie supérieure de la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons sur la Théorie générale des Surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal. 4e *Partie* : Déformation infiniment petite et Représentation sphérique. 1er *fascicule.*** — 1 *vol. in-8° de* 352 *pages.* (*Prix*: 15 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris.* 1895.

L'étude des solutions infiniment voisines d'une solution donnée tend à prendre, dans la théorie des équations différentielles de toute nature, une importance croissante. M. Darboux, après avoir abordé, dans le tome troisième de ses Leçons, la recherche de la déformation en général, a donc été naturellement conduit à traiter, dans la quatrième partie, le problème de la déformation infiniment petite : problème remarquable par la variété des questions qui peuvent s'y ramener, et dans lequel, supposant la surface déformée infiniment voisine de la primitive, on évalue les coordonnées de ses points aux infiniment petits du second ordre près. D'ailleurs, cette approximation une fois obtenue, toutes les approximations suivantes s'en déduisent par de simples quadratures : car les équations qui les déterminent sont toutes linéaires et ne diffèrent de la première :

$$dx\,dx_1 + dy\,dy_1 + dz\,dz_1 = 0 \tag{1}$$

que par la présence de seconds membres.

On reconnaît immédiatement, sur la formule de l'équation (1), que son intégration équivaut à la solution du problème suivant : *Trouver les surfaces qui correspondent à la surface donnée avec orthogonalité des éléments linéaires homologues.* C'est la même que l'on rencontre dans la recherche des couples de surfaces applicables. Une première méthode de mise en équation montre qu'elle peut encore s'énoncer ainsi : *Trouver une seconde surface telle que, si l'on fait correspondre chaque point de celle-ci au point de la première, qui est située sur la même ordonnée, les asymptotiques de l'une correspondent sur l'autre à un réseau conjugué.*

Après avoir, dans le premier chapitre, développé ces premières indications et montré que le problème peut être considéré comme résolu pour les quadriques en raison de leur double génération rectiligne, l'auteur suppose (Ch. II) la surface rapportée à ses asymptotiques. Les coordonnées cartésiennes sont alors représentées par les élégantes formules dues à M. Lelieuvre, et le problème est ramené à l'intégration d'une équation de Laplace à invariants égaux. Ceci conduit à une étude approfondie du réseau des asymptotiques, où dominent ces deux résultats : 1° *la représentation sphérique des asymptotiques ne peut pas être choisie arbitrairement*; 2° (Théorème de Kœnigs) : *la perspective plane des asymptotiques est un réseau à invariants égaux.* Application est faite aux surfaces à courbure constante.

Des propriétés géométriques nombreuses sont rattachées (Ch. III) à un couple quelconque de surfaces se correspondant avec orthogonalité des éléments, par l'introduction de dix autres surfaces déduites des deux premières et qui, non seulement se correspondent, elles aussi, deux à deux par orthogonalité des éléments linéaires homologues, mais aussi correspondent aux premières et entre elles, soit par polaires réciproques, soit comme focales d'une même congruence rectiligne. Le cycle de ces douze surfaces est d'ailleurs fermé, c'est-à-dire que la répétition des mêmes opérations ne ferait que reproduire les surfaces précédemment trouvées. L'étude des douze surfaces montre que le problème de la déformation infiniment petite est encore équivalent aux deux suivants : 1° *Trouver sur la surface un réseau conjugué à invariants égaux*; 2° *Trouver une congruence telle que les asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale, l'une de ces deux nappes étant la surface donnée.* Ces deux nouvelles formes du problème sont d'autant plus intéressantes qu'elles ont un caractère entièrement projectif, au lieu que le problème primitif semblait essentiellement métrique; de sorte que la découverte des déformations infiniment petites d'une surface entraîne la résolution du même problème pour toutes les surfaces qu'on peut en déduire par homographie ou dualité.

Cette même conclusion est retrouvée directement dans le chapitre IV, en même temps qu'est étudiée une opération par laquelle on passe d'un des couples de surfaces précédents à un autre et que l'on nomme *inversion composée.* Elle présente des analogies avec l'inversion ordinaire; mais, au lieu de porter sur un seul point à la fois, elle transforme des couples de points. Alors que l'inversion ordinaire conserve, à un facteur près, la quantité $dx^2 + dy^2 + dz^2$, celle-ci conserve la forme $dx\,dx_1 + dy\,dy_1 + dz\,dz_1$, ce qui explique le rôle qu'elle joue dans la théorie actuelle.

Enfin le chapitre V est consacré aux applications de cette théorie à un certain nombre de cas particuliers, tels que celui où l'une des douze surfaces est un plan ou une sphère (on est ramené à la déformation infiniment petite des surfaces minima), et celui où l'une des surfaces est à courbure constante, et qui conduit aux surfaces, considérées par M. Voss, sur lesquelles existe un réseau conjugué formé de géodésiques.

Passant (Ch. VI) à un ordre d'idées un peu différent, l'auteur considère un couple de surfaces applicables et remarque qu'on peut les regarder comme roulant l'une sur l'autre, déplacement à deux paramètres qui a été déjà indiqué dans la première partie. Des formules cinématiques relatives à ce déplacement, on déduit une nouvelle méthode de recherche des surfaces applicables. L'étude de ce roulement introduit d'ailleurs le système conjugué commun aux deux surfaces, et la proposition, due à M. Kœnigs : *L'équation de Laplace qui admet pour solutions les coordonnées $x, y, z, 1$ de la première surface est la même que l'équation analogue relative aux coordonnées $x_1, y_1, z_1, 1$ de la seconde ; elle admet aussi la solution $x^2 + y^2 + z^2 - x_1^2 - y_1^2 - z_1^2$.* Enfin l'étude du déplacement ainsi défini permet de ramener à la théorie de la déformation deux nouvelles questions, celle des système cycliques et celle de la représentation sphérique. Si, en effet, on prend l'intersection d'une sphère de rayon nul, invariablement liée à la surface mobile, avec le plan tangent commun aux deux surfaces en leur point de contact, le cercle ainsi obtenu décrit un système cyclique : c'est-à-dire qu'il reste normal à une certaine famille de surfaces, laquelle fait elle-même partie d'un système triple orthogonal; de sorte que tout couple de surfaces applicables donne naissance à une infinité de systèmes cycliques.

D'autre part, un plan isotrope P, lié à la surface mobile, coupe le plan de contact suivant une droite qui reste normale à une famille de surfaces. Si l'on remplace le plan P par un plan parallèle, la nouvelle famille de surfaces aura même représentation sphérique que la première.

L'auteur établit (Ch. VII) que cette corrélation est

réciproque. Chaque couple de surfaces admettant la même représentation sphérique donne des systèmes cycliques et des couples de surfaces applicables. Une discussion spéciale est seulement nécessaire pour arriver à des résultats réels. On obtient, en particulier, par cette méthode, tous les systèmes orthogonaux où l'un des systèmes de lignes de courbure est formé de courbes planes.

Analytiquement (Ch. VIII), on reconnaît que le problème de la représentation sphérique dépend d'une équation E à invariants égaux dont les caractéristiques sont les lignes de courbure. Etant donné que, pour le problème de la déformation, les caractéristiques sont les lignes asymptotiques, on peut pressentir, et l'on vérifie en effet, que les deux problèmes se ramènent l'un à l'autre par la transformation de M. Lie.

Ces résultats s'appliquent tout naturellement à la recherche des surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques, lesquelles correspondent à des équations (E) qui s'intègrent par une, deux ou trois applications de la méthode de Laplace. On obtient, en effet, d'élégantes constructions de ces surfaces, les premières s'obtenant par le roulement de deux développables, les secondes se ramenant aux premières. Toutes se déduisent (à des cas de dégénérescence près) par des inversions et des dilatations, soit d'un cône, soit de la surface dont les normales sont tangentes à un cône. Un cas particulier curieux est celui des surfaces isothermiques à lignes de courbure planes, pour lesquelles, en utilisant les fonctions doublement périodiques de seconde espèce de M. Hermite, on trouve une génération dépendant d'une fonction arbitraire, quoi qu'il y ait deux équations aux dérivées partielles à vérifier simultanément.

Après avoir (Ch. XIII) généralisé la théorie des équations de Laplace au cas de plusieurs variables indépendantes, et en avoir déduit un important théorème de M. Combescure sur les systèmes orthogonaux, l'auteur arrive (Ch. XV) à l'exposition des nouveaux résultats obtenus par un des savants auxquels la théorie des surfaces applicables doit ses plus grands progrès, M. J. Weingarten. Ces résultats, qui avaient été publiés sans que leur inventeur ait laissé apercevoir la méthode qui l'avait guidé, se rattachent au contraire directement aux principes précédemment posés.

Prenons, avec M. Weingarten, un élément linéaire donné sous la forme :

$$ds^2 = du^2 + 2p\,du\,dx + 2q\,dv^2, \tag{2}$$

(p et q étant les dérivées partielles d'une même fonction) : ceci revient à supposer que l'on connait une surface Θ_1 admettent l'élément linéaire en question. Soit alors Θ une surface applicable sur la première : déplaçons-la par le roulement à deux paramètres, défini précédemment : une droite isotrope liée à la surface mobile percera le plan de contact en un point qui décrira une surface Σ'. Si nous imaginons que la droite isotrope s'éloigne indéfiniment dans un plan fixe, la surface Σ' s'éloignera aussi indéfiniment : mais on peut lui appliquer une homothétie à rapport infiniment petit qui la ramène à distance finie et elle a alors une position limite Σ. C'est cette surface Σ qu'a considérée M. Weingarten. Il a constaté que l'applicabilité des deux surfaces Θ, Θ_1, se traduit par une relation entre les rayons de courbure de Σ et les distances du plan tangent ainsi que de son point de contact à l'origine des coordonnées.

Si l'on emploie le système de coordonnées tangentielles de Bonnet, on est ainsi conduit à intégrer l'équation :

$$\frac{d^2v}{d\alpha\,d\beta} = \frac{\psi''(v)}{(1+\alpha\beta)^2}.$$

On sait intégrer un certain nombre d'équations de ce type. Les unes correspondent à des cas déjà découverts par M. Weingarten (déformation du paraboloïde de révolution, de la développée d'alysséide); les autres donnent de nouvelles surfaces, imaginaires, il est vrai, pour lesquelles on peut trouver toutes les déformations possibles : ce sont des surfaces réglées à plan directeur isotrope.

La méthode que nous venons de résumer a été généralisée par M. Weingarten. Elle peut, en effet, être regardée comme une forme particulière de la suivante : Par chaque point de la surface cherchée (qui admet un élément linéaire donné), menons une tangente d faisant des angles connus avec les courbes coordonnées. Une parallèle à cette tangente, menée par l'origine, coupera la sphère de rayon 1 en un point que l'on pourra définir par des coordonnées sphériques u', v' et l'on pourra mettre en équation le problème proposé en cherchant à déterminer les coordonnées u, v de la surface en fonction de u', v'. On simplifiera les équations par un choix particulier des droites d : Ayant pris une famille de courbes sur la surface, les courbes $u =$ constante, par exemple, on mènera les droites d correspondant aux points d'une de ces courbes de manière que la surface réglée ainsi formée admette cette courbe pour ligne de striction. Il est remarquable que la solution de ce problème auxiliaire ne dépend que de l'élément linéaire donné. Elle peut d'ailleurs s'interpréter géométriquement de la manière suivante : ayant construit la développable circonscrite à la surface le long de la courbe $u =$ constante, on étalera cette développable sur un plan : les tangentes cherchées sont celles qui, dans cette transformation, deviendraient parallèles entre elles.

Moyennant cette précaution, on trouve une équation du second ordre aux variables indépendantes, u', v' pour déterminer le paramètre u; après quoi, la solution complète du problème ne dépend plus que de quadratures. L'exposé rapide de ces recherches de M. Weingarten, qui constituent une transformation nouvelle et inattendue du problème de la déformation, sert de conclusion au nouveau fascicule de M. Darboux.

J. Hadamard.

2° Sciences physiques.

Guignet (C. E.), *Directeur des Teintures aux Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais;* **Dommer** (F.), *Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, et* **Grandmougin** (E.), *ancien préparateur à l'Ecole de Chimie de Mulhouse.* — **Blanchiment et apprêts. Teinture et impression. Matières colorantes.** — *1 vol. gr. in-8° de 674 pages avec 339 fig. et 23 échantillons d'étoffes teintes et imprimées. (Encyclopédie industrielle de M. Lecholas.) (Prix : 20 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris.* 1896.

Cet ouvrage est sans conteste le plus important, au point de vue pratique, qui ait paru en France, depuis les traités classiques de Persoz (1846) sur *l'Impression des Tissus* et de Schützenberger (1867) sur les *Matières colorantes et leurs applications à la Teinture et à l'Impression.*

Le premier expose dans leurs moindres détails toutes les opérations du blanchiment, de la gravure, de l'impression, du mordançage, de la teinture, du vaporisage, etc., et passe en revue tous les *genres* qui se faisaient alors sur les tissus de coton, de laine, de soie et les tissus mixtes. Pour l'époque, c'était une véritable Encyclopédie des connaissances théoriques et pratiques, dans tous les domaines se rattachant à l'Industrie des toiles peintes. Mais la date même de l'œuvre indique que, si les données pratiques sur l'emploi des matières colorantes peuvent y être exposées avec la dernière précision et la plus grande autorité, par contre les données scientifiques sur la constitution de ces matières colorantes doivent y faire absolument défaut.

Le remarquable traité de M. Schützenberger, paru plus de vingt ans après celui de Persoz, considérant

comme acquis tout ce qui a trait aux opérations mécaniques, physiques et chimiques de l'Industrie tinctoriale, s'attache surtout à l'étude scientifique des matières colorantes naturelles, et des matières colorantes artificielles (de production toute récente alors), et à leurs applications. La murexide, dont l'emploi (1855) devait être éphémère, et que la fuchsine vint supplanter (1859), le violet Perkin (1856), les bleus et verts à l'aldéhyde, les violets et bleus de rosaniline, le noir d'aniline et les colorants du phénol (acide picrique, coralline), tel était à peu près le bilan des matières colorantes artificielles vers 1867.

On sait les belles synthèses réalisées depuis lors (alizarine, indigo, dérivés du triphénylméthane, etc.), le développement prodigieux qu'a pris l'industrie des colorants artificiels, l'ensembles des travaux scientifiques qui ont permis d'établir leur constitution et de les sérier. D'un autre côté, les procédés mécaniques de blanchiment, d'impression, de teinture, de vaporisage et de finissage, ne sont pas restés en arrière, et ont réalisé aussi d'énormes progrès.

L'ouvrage que nous allons analyser contient en résumé toutes les données essentielles relatives à l'état actuel de l'industrie de la Teinture et de l'Impression, envisagée au double point de vue que nous avons signalé, en parlant des traités de Persoz et de Schützenberger.

Tout ce qui a trait à la description et à l'emploi des machines a été exposé spécialement et d'une manière remarquable par M. Dommer, ingénieur (E. C. P.), professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, et réuni sous la forme d'appendices à la suite des chapitres où les machines sont signalées.

Cette disposition a l'avantage de permettre la lecture séparée de la partie chimique proprement dite, et de la partie mécanique : à chacune d'elles correspond un nombre de pages à peu près égal dans le texte.

La partie chimique de l'ouvrage est due à M. Guignet, directeur des teintures aux Manufactures des Gobelins et de Beauvais, et à M. Grandmougin, ancien préparateur de M. Nœlting, et actuellement chimiste d'une des plus célèbres fabriques d'impression de Mulhouse, la maison Kœchlin Frères. Les renseignements sont donc de première main et d'une valeur pratique indiscutable.

L'ouvrage est divisé en huit chapitres.

Le chapitre I renferme une étude rapide des fibres textiles d'origine végétale (coton, lin, chanvre, jute, ramie) et d'origine animale (laine et soie) et de leurs propriétés physiques et chimiques, qui donne d'avance une idée générale de la manière dont elles peuvent recevoir les couleurs. Il se termine par des notions sur la *correction* industrielle de l'eau, avec la description des appareils employés dans ce but.

Le chapitre II traite d'abord du blanchiment du coton. En dehors des anciens procédés, se trouvent décrits le blanchiment à la soude caustique, dans l'appareil Mather et Platt, le système Bentz, le blanchiment électrochimique, et son application au cas particulier des canettes. Le blanchiment de la laine et de la soie est exposé d'une manière assez détaillée. Je signalerai en plus les appareils pour le fixage, le dégraissage, etc., des étoffes et des *draps de laine*, et la fabrication de la soie artificielle.

Le chapitre III expose en quelques pages la théorie de la teinture, d'après les derniers travaux publiés sur ce sujet.

Dans le chapitre IV se trouve une étude sur le mordançage, et les mordants le plus communément usités.

Le chapitre V indique les principes qui régissent la pratique de la teinture, pour le coton, la laine, la soie, le jute et les tissus mixtes.

L'appendice correspondant, que remplit la description des appareils de teinture, ne renferme pas moins de 110 pages. Les principaux appareils à signaler sont ceux pour la teinture des canettes, les machines à chiner, les cuves pour la teinture des écheveaux en noir d'aniline, la machine à oxyder, système Preibisch, etc...

Avec le chapitre VI commence l'impression proprement dite. Il comprend l'examen des épaississants servant à la confection des couleurs, le vaporisage, le finissage des pièces de coton, de laine et de soie, une analyse de différents *genres*, et en particulier de ceux qu'on réalise avec les réserves et enlevages. Dans l'appendice correspondant, nous mentionnerons, en particulier, les machines à imprimer à double face, le procédé Mac-Nab, l'imprimeuse Samuel, les machines à oxyder ou à vaporiser continues, les laineuses, les machines à apprêter les étoffes de laine.

Les apprêts des tissus de coton et des soieries terminent cet appendice.

Le chapitre VII indique sommairement les matières colorantes minérales, dont l'emploi se fait de plus en plus rare. Par contre, les matières colorantes organiques artificielles, rangées par classes, d'après leurs chromogènes, sont examinées avec plus de détails, au point de vue de leur constitution, de leurs propriétés, de leur mode d'emploi et de leur solidité.

Les matières colorantes organiques naturelles sont le sujet d'un article intéressant. Plusieurs d'entre elles se trouvent rattachées à des chromogènes, d'où dérivent nombre de colorants artificiels, et cette filiation est bien indiquée. Ce chapitre finit par un appendice relatif à la fabrication des extraits de graines ou de bois de teinture.

Le chapitre VIII donne des indications sur la manière la plus avantageuse d'obtenir sur les différentes fibres les nuances jaunes, orangées, rouges, vertes, bleues, violettes, brunes, grises et noires. Le rouge d'alizarine, le bleu indigo cuvé, et le noir d'aniline sont examinés plus spécialement.

Maurice Prud'homme.

3° Sciences naturelles.

Meunier (Stanislas), *Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.* — La Géologie comparée. — 1 *vol. in-8° de* 296 *pages avec* 35 *figures, de la Bibliothèque scientifique internationale.* (*Prix :* 6 *francs.*) *Félix Alcan, éditeur,* 108, *Boulevard Saint-Germain, Paris,* 1896.

Depuis la belle synthèse de Laplace et les développements que lui a donnés M. Faye, personne ne doute que la Terre soit un astre en voie d'évolution et qu'on ne retrouve, dans les différents éléments du système solaire, les phases passées ou futures de notre globe. Il était utile de s'attacher à préciser ces relations, d'essayer d'éclairer, par la comparaison avec les astres, les points obscurs de la géologie terrestre et de tâcher de grouper en un système plus documenté la structure géologique du Monde, dont la Terre ne forme qu'un terme.

Ce sont ces notions, résultant de l'étude comparée de la Terre et des Astres, que M. Stanislas Meunier a résumées dans le livre que nous analysons. La première partie de cet ouvrage est consacrée à l'exposition des caractères des éléments du système solaire, puis à la comparaison géologique de ses différents membres, phénomènes de circulation dans les Atmosphères, les Océans, phénomènes éruptifs, montagnes.

L'auteur nous montre ensuite l'évolution des divers termes du système solaire, passant par l'état nébuleux, stellaire, planétaire, qui est le nôtre, puis à l'état d'astre mort tel que la Lune, destinée à se morceler pour devenir des comètes et des météorites.

Nul mieux que M. Stanislas Meunier n'était préparé par des études antérieures à nous donner, de l'histoire géologique du monde, ce tableau qui présente encore bien des lacunes, mais qui est un résumé très exact et très documenté de l'état actuel de la question.

A. Bigot.

Monteil (Lieutenant-Colonel P.-L.). — **De Saint-Louis à Tripoli par le Lac Tchad.** *Préface de M. le Vicomte Melchior de Vogüé, de l'Académie française.* — *1 vol. in-4° de 462 pages avec illustrations de Riou. (Prix : 25 francs.) F. Alcan, éditeur. Paris*, 1895.

Par la convention du 5 Août 1890, la zone d'influence de la France, au sud de ses possessions Méditerranéennes, s'étend jusqu'à une ligne tracée de Say, sur le Niger, à Barroua sur le lac Tchad, de façon à comprendre, dans la zone d'action de la Compagnie du Niger, tout ce qui appartient équitablement au royaume de Sokkoto.

Le voyage de M. Monteil a eu pour objet de déterminer le tracé de cette ligne. Il a duré vingt-sept mois. L'explorateur est parti de Saint-Louis, le 9 octobre 1890; le 23 décembre, il quittait Ségou, le dernier poste français. Il arrivait à Tripoli, le 10 décembre 1892. On peut diviser son voyage en trois sections : 1° traversée de la boucle du Niger, de Ségou a Say, par Sikasso et Waghadougou dans le Mossi; 2° traversée du Soudan central, du Niger à Kouka sur le Tchad, par Sokkoto et Kano; 3° traversée du Sahara, par les oasis de Bilma et du Fezzan.

L'officier qu'est M. Monteil a fait preuve dans son entreprise de qualités au-dessus de tout éloge.

Il possède l'endurance, cette première vertu du soldat. La maladie ne l'a pas arrêté. Il a réussi, à force d'énergie, à traverser cette atroce région désertique qui s'étend d'Agaden à Bilma. Quoiqu'il n'eût qu'une force armée infime, huit Sénégalais commandés par l'adjudant Badaire, il s'est partout fait respecter. Il s'est également montré diplomate subtil. Il a défendu de son mieux sa pacotille contre la rapacité de tous ces roitelets soudanais, dont il était forcément l'hôte.

Son livre se présente bien. Dans la préface, M. de Vogüé en fait les honneurs en termes éloquents. Les gravures de Riou sont artistiques et significatives. En dehors d'une grande carte au 1 : 500.000, il y a dans le texte beaucoup de petits cartons représentant le détail de l'itinéraire.

On peut relever dans le texte même un certain nombre de passages intéressants : nous citerons, par exemple, des descriptions du Mossi, de la ville de Kano, un exposé de la situation commerciale et économique du Bornou, et du rôle commercial de la caravane Haoussa qui, de Kano, va chercher les noix de Kola dans le Sud-Ouest.

L'ouvrage de M. Monteil est d'une lecture facile, agréable, et si on n'y cherche que le récit d'un voyage audacieux, on est pleinement satisfait. Si on demande plus, on est un peu déçu. En ouvrant le livre, nous attendions autre chose. Il nous semble que M. Monteil a fait la part trop large à l'exposé détaillé de ses démêlés avec tel ou tel chef nègre. Il se complaît aussi dans des digressions inutiles. Amené, par exemple, à discuter la question fort importante des rapports entre Musulmans et Fétichistes, il s'égare (p. 167) dans des considérations peu exactes sur Mahomet et le Coran. Le géographe ne trouve pas ce qu'il espérait, c'est-à-dire des renseignements précis sur le climat, sur la végétation, sur les populations. Il nous paraît que, visitant des contrées qui, toutes, sont peu connues, et dont quelques-unes même ne le sont pas du tout, M. Monteil devait rapporter plus d'observations.

Cette pénurie vient probablement de ce que M. Monteil n'est pas suffisamment géographe. La nomenclature géographique même ne lui paraît pas absolument familière. Il dit, par exemple (p. 244, note), que le « Soudan est *un plateau* »; puis, trois lignes plus bas : « la caractéristique du Soudan est d'être un pays de *plaine* ». Or, les deux termes ne sont pas synonymes. A la même page, on lit : « La caractéristique de la climatologie du Soudan est que l'année s'y divise en deux saisons bien distinctes : une saison de pluie de cinq mois ininterrompue (juin à octobre); une saison sèche de sept mois, également ininterrompue, à de très rares exceptions près. » Or la chute de la pluie n'affecte pas dans tout le Soudan cette uniformité. Dans les anciennes provinces égyptiennes, par exemple Bahr-el ghasal et Equatoria, la pluie tombe, non pas de juin à octobre, mais du 15 mars au 15 novembre, comme l'a démontré M. Adolphe Schmidt dans un mémoire inséré dans les *Petermann's Mitteilungen Ergänzungsheft.* N° 93. — En outre, dans certaines parties du Soudan, il y a, non pas *deux* saisons, mais *quatre :* deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses.

Nous nous garderons d'insister. Ceux qui restent au repos ont toujours quelque mauvaise grâce à critiquer les audacieux qui s'exposent aux fatigues, bravant fièvres et dysenteries, pour porter au loin le nom et la connaissance de la France. On ne peut pas prévaloir en toutes choses. M. Monteil n'a pas de prétentions à l'érudition géographique. C'est un homme d'action et un vaillant officier : sa condition est suffisamment enviable. Henri Dehérain.

Guillon (J. M.), *Répétiteur de Viticulture à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier.* — **Les Cépages orientaux.** — *1 vol. in-8° de 224 pages avec 150 figures. (Prix : 4 fr.) G. Carré, éditeur, Paris.* 1896.

Les ouvrages d'ampélographie sont très généralement d'un laconisme regrettable en ce qui concerne les cépages orientaux. Une simple énonciation d'un de leurs noms, rarement des synonymes, plus rarement encore une courte description de leurs caractères botaniques, voilà tout ce qu'on trouve sur le sujet.

Il y avait là une lacune que M. Guillon a voulu combler, partiellement du moins, en publiant une étude très documentée d'une cinquantaine des cépages de l'Orient.

C'est à peine un tiers des cépages régulièrement cultivés dans les divers pays orientaux que nous apprenons à connaître avec M. Guillon.

Il eût été certes très désirable que l'auteur élargit son travail, mais il a voulu — et c'est là à mon sens le mérite de son livre — n'exposer avec quelque détail que ses observations personnelles.

L'œuvre de M. Guillon est appelée à rendre de réels services à nos producteurs de raisins de table. Il ne s'agit pas, en effet, d'une étude de ce que sont et ce que donnent les cépages orientaux en Orient, mais bien de ce qu'ils sont, acclimatés dans la région méridionale française où ils sont cultivés en pleine terre.

La clarté et la concision de la langue rendent cet ouvrage d'une lecture plus attrayante qu'on n'oserait l'espérer. Tous ceux que la viticulture intéresse le liront avec fruit.

Ajoutons, ce qui ne gâte rien, que le côté matériel du livre est particulièrement soigné. L. Roos.

Siraud (*Dr*), *Chef des Travaux anatomiques à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Recherches anatomiques sur les artères des os longs.** — *1 vol. in-8° de 100 pages avec 4 planches en chromolithographie. (Prix 4 fr.) O. Doin, éditeur, Paris*, 1895.

De ce mémoire fort bien étudié, il résulte que les épiphyses des os longs sont entourées d'un cercle artériel, formé par des artères importantes, et d'où naissent, pour l'extrémité osseuse, des branches périostiques et surtout extra-épiphysaires. Quant à la diaphyse, elle est vascularisée, à sa superficie, par le réseau artériel périostique, ramifié dans l'épaisseur du périoste. De la face profonde du périoste partent de fines artérioles, qui pénètrent dans le tissu osseux par les canaux de Havers. Enfin, la moelle et le canal diaphysaire sont irrigués par une artère volumineuse qui se divise en deux branches inégales. Ces divers systèmes artériels sont en communication large les uns avec les autres ; il n'y a donc pas de territoire vasculaire distinct dans les os longs.

Ces conclusions sont appuyées par quatre figures en couleurs très démonstratives.

Dr Gabriel Maurange.

4° Sciences médicales.

Laveran (A.), *Membre de l'Académie de Médecine, Directeur du Service de Santé du 11e Corps d'Armée.* — **Traité d'Hygiène militaire.** — *1 vol. gr. in-8° de 896 pages avec 290 figures (Prix : 16 fr.). G. Masson, éditeur, Paris,* 1896.

Par sa composition, le rôle qu'elle doit remplir en temps de guerre, et auquel elle a pour but de se préparer pendant la période de paix ; par les exercices pénibles qu'exige l'éducation militaire des jeunes soldats, l'armée constitue, pour l'hygiéniste comme pour le médecin, un milieu véritablement spécial auquel nul autre ne saurait être comparé. Bien que les lois générales qui concernent la prévention des maladies soient communes à toutes les agglomérations humaines, leurs applications à l'armée exigent des préceptes qui soient en rapport, à la fois, avec la pratique de la vie militaire et avec les acquisitions scientifiques de l'Hygiène. Celle-ci est donc obligée d'adapter ses principes à ces conditions particulières; d'étudier, de prévenir et de combattre l'éclosion des maladies dans le détail si complexe de l'existence du soldat à la caserne, dans les camps, pendant les manœuvres et sur le champ de bataille. Ce sont ces notions qui sont exposées dans le *Traité d'Hygiène militaire* de M. Laveran.

Après s'être occupé du recrutement de l'armée et des conditions d'aptitude au service militaire, M. Laveran aborde successivement les exercices du soldat, les accidents produits par la chaleur et par le froid. Cinq chapitres sont consacrés à l'alimentation et aux boissons et comprennent les procédés de fabrication et de conservation des aliments, leurs altérations, l'expertise des viandes, la description des fours de campagne, les conserves de guerre, etc. Viennent ensuite l'étude de l'habillement du soldat, celle de son habitat, les règles d'hygiène qui doivent présider à la construction des casernes, à l'assainissement des champs de bataille.

Dans ce *Traité*, où sont condensés tous les progrès de l'hygiène actuelle, M. Laveran a lui-même apporté, en maint endroit, tantôt des appréciations neuves et pratiques, tantôt le résultat de ses propres recherches, notamment sur la pathogénie de la mort par la chaleur, l'action antiseptique de l'acide sulfureux, la désinfection des locaux par l'acide phénique et le sublimé.

Mais, malgré son titre, un tel ouvrage n'est point destiné à rester exclusivement entre les mains du public médical restreint pour lequel il a été écrit : il présente, en effet, un haut intérêt scientifique pour tous ceux qui sont appelés à s'occuper d'hygiène. On trouvera, en particulier dans les chapitres sur l'alimentation, sur l'eau de boisson, sur l'habitation, sur la ventilation, sur la désinfection des locaux, des vêtements, du linge, sur les divers systèmes de vidange, etc., une étude approfondie et profitable à tous de ces diverses questions, dont l'importance est grande et générale. Les discussions théoriques en sont bannies; chaque partie est traitée avec cette précision sévère et cette forme documentée et personnelle qui caractérisent les œuvres de l'éminent professeur du Val-de-Grâce.

Dr H. Vincent.

Bonnet (Paul), *Docteur en médecine.* — **Contribution à l'étude de la Leucocythémie chez l'enfant.** — *1 vol. in-8°. de 85 pages. H. Jouve, éditeur, 15, rue Racine, Paris.* 1895.

L'auteur a réuni 17 observations de cette affection. De l'examen de ces faits, il conclut que la leucocythémie est une maladie infectieuse, dont l'agent siège, en principe, dans les liquides de la circulation qu'il adultère et qui se localise dans les ganglions avec néoformation de tissu lymphoïde. Cette maladie atteint les enfants de tout âge et de préférence les garçons. Elle s'établit à la faveur d'affections diverses, la malaria, le rachitisme, etc., ou à la suite d'une nutrition défectueuse, d'une alimentation mauvaise. La nature infectieuse de la leucocythémie semble être prouvée par la présence de microbes : Kelsch et Vaillard ont décrit un bacille court, trapu, arrondi aux extrémités, non colorable par le Gram. Pawlowski, dans six cas, vit des bacilles sporifères dans le sang. La spécificité de ces microbes n'est pas encore certaine.

A. Létienne.

Picard (Dr H.). — **Traité des Maladies de la Prostate et des Vésicules séminales.** — *1 vol. in-18° de 278 pages, avec 56 figures. (Prix : 5 fr.). G. Carré, éditeur, 3, rue Racine. Paris.* 1896.

M. Picard débute par un exposé élémentaire de l'anatomie et de la physiologie de la prostate. Les lésions pathologiques (blessures, inflammations aiguës et chroniques, engorgements, hypertrophie, cancer, tuberculose, etc.) constituent la partie principale de l'ouvrage, qui se termine par une étude du sperme, du gonocoque, des microbes urinaires et par un exposé du cathétérisme aseptique, ainsi que de l'endoscopie.

Sur quelques points, nous nous permettrons d'émettre une opinion différente de celle de l'auteur. Après Ultzman, il admet que l'inflammation chronique de la prostate provoque les névroses les plus diverses de la sphère génitale. Nos recherches à cet égard, consignées tant dans les cliniques de notre maître, le Professeur Guyon, que dans un mémoire sur les névralgies vésicales que nous avons publié en 1888, nous ont conduit à une opinion diamétralement opposée. La prostatite chronique ne s'accompagne le plus souvent d'aucun symptôme fonctionnel et l'ensemble des douleurs qu'on lui attribue se rencontre souvent en l'absence de toute lésion locale.

De même, nous ne saurions accepter les critiques que M. Picard adresse à la cystostomie sus-pubienne. Toutes dérivent du reste de ce fait qu'il a eu recours, après fistulisation de la vessie, au port d'une canule gênante pour les malades. Les inconvénients sont tous évités par le port d'un petit appareil, que nous avons fait construire il y a quelques années déjà, par M. Collin, et qui permet aux malades de recueillir les urines, grâce à l'application devant la fistule d'une petite boîte maintenue par un ressort comme une pelote de bandage herniaire.

Ces quelques critiques n'enlèvent, du reste, rien à la valeur de cet ouvrage qui, bien édité, est lu avec facilité.

Dr Henri Hartmann.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 541e livraison. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

Dans la 541e livraison, on remarquera particulièrement un article sur la *lumière*, par M. A. Joanis, et un autre sur les *lunettes* astronomique et terrestre, par le même auteur ; la *lune* est également l'objet d'une monographie détaillée, ornée de gravure ; enfin, signalons la biographie de l'écrivain grec *Lucien*, par M. V. Glachant et celle du compositeur de musique *Lully*, par M. H. Lavoix.

Beauregard (H.), *Assistant au Muséum.* — **Nos Bêtes. Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant en livraisons les 5 et 20 de chaque mois. Chaque livraison contenant 8 pages de texte et une planche en couleurs, est vendue 90 centimes. A. Colin, éditeur, 5, rue de Mézières, Paris,* 1896.

Les dernières livraisons renferment la description du gibier à plume (*tétras, gélinotte, faisan, perdrix, caille, grive, bécasse, bécassine, poule d'eau*), et le commencement de celles des poissons (*maquereau, thon, sole, turbot, merlan, hareng, sardine, raie*).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Janvier 1896.

M. **Rouché** est élu membre libre en remplacement de M. le baron Larrey. — M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de M. le contre-amiral Fleuriais. — M. Cornu remet à M. **d'Abbadie** la médaille Arago, qui lui est offerte par l'Académie, et lui adresse, au nom de l'Académie, l'expression de sa gratitude pour la dotation généreuse qu'il vient de lui faire. M. d'Abbadie adresse ses remerciements.

1° Sciences mathématiques. — M. H. **Poincaré** résout partiellement le problème de l'équilibre d'un corps élastique posé de la façon suivante : trouver trois fonctions ξ, η, ζ, qui, à l'intérieur du corps, satisfassent aux équations :

$$(\lambda + \mu)\frac{d\theta}{dx} + \mu\Delta\xi = 0$$

$$(\lambda + \mu)\frac{d\theta}{dy} + \mu\Delta\eta = 0$$

$$(\lambda + \mu)\frac{d\theta}{dz} + \mu\Delta\zeta = 0$$

$$\theta = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz},$$

et qui, à la surface du corps S, soient telles que les trois expressions P_x, P_y, P_z

$$P_x = l\lambda\theta + \mu\left(l\frac{d\xi}{dx} + m\frac{d\xi}{dy} + n\frac{d\xi}{dz}\right) + \mu\left(l\frac{d\xi}{dx} + m\frac{d\eta}{dy} + n\frac{d\zeta}{dz}\right)$$

. . . . . .

où l, m, n, sont les cosinus directeurs de la normale à S, prennent des valeurs données d'avance. — M. **Hugo Gylden** développe les propriétés d'une équation différentielle du second ordre, non linéaire et à coefficients doublement périodiques, susceptible de jouer un rôle important dans les calculs astronomiques. — M. **E. Goursat** établit la propriété suivante concernant les équations linéaires et la méthode de Laplace, et il en tire un certain nombre de conséquences. Une équation :

$$\frac{d^2\theta}{du\,dv} + a\frac{d\theta}{du} + b\frac{d\theta}{dv} + C\theta = 0,$$

où a, b, c, sont des fonctions des deux variables indépendantes u et v, est dite avoir k intégrales particulières $\theta_1, \theta_2, \ldots \theta_k$, linéairement distinctes, quand il n'existe aucune relation linéaire et homogène à coefficients constants entre ces k intégrales, où ces coefficients ne sont pas tous nuls. S'il arrive qu'entre $(n + 1)$ intégrales linéairement distinctes, il existe une relation linéaire et homogène, où les coefficients ne dépendent que d'une seule des variables u et v, la suite de Laplace, relative à l'équation précédente, se termine dans un sens après $(n - 1)$ transformations au plus. — M. **G. Fontené** donne la formule exprimant l'addition des arguments dans les fractions périodiques du second ordre à pôles simples p et π :

$$2f(x+y) = f(p-y) + f(\pi-y) + R\,D_x + D_y \log\frac{f(x)-f(p-y)}{f(x)-f(\pi-y)}.$$

M. **Carl Stormer** a trouvé le théorème suivant : Pour que les nombres entiers $\chi_1, \chi_2, \ldots \chi_n$ satisfassent à l'équation :

$$x_1 \operatorname{arctang}\frac{1}{\chi_1} + x_2 \operatorname{arctang}\frac{1}{\chi_2} + \ldots + x_n \operatorname{arctang}\frac{1}{\chi_n} = k\frac{\pi}{4}$$

aux multiples de $\frac{\pi}{2}$ près, $x_1, x_2, \ldots, x_n$ étant des nombres entiers et positifs, et k étant 0 ou 1, il faut et il suffit que :

$$1 + \chi_1^2 = 2^{\delta_1} p_1^{\alpha_1} p^{\beta_1} \ldots p_m^{\nu_1} \ldots p_s^{\rho_1} = 2^{\delta_1} \prod p_m^{\nu_1}.$$

. . . . . .

où $\delta_1, \delta_2, \ldots \delta_n$, sont $= 0$ ou $= 1$, de telle manière que :

$$x_1\delta_1 + x_2\delta_2 + \ldots + x_n\delta_n + k$$

soit pair et $p_1, p_2, \ldots, p_m, p_s \ldots$, sont des nombres premiers réels de la forme $4a + 1$ et où $\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_n$, sont des nombres entiers ou nuls assujettis à la relation :

$$x_1\nu_1 + x_2\nu_2 + \ldots + x_n\nu_n = 0$$

et que $\chi_\lambda + \chi_\mu$ soit divisible par p_m, si le produit correspondant $\nu_\lambda \nu_\mu$ est négatif, et non divisible par p_m, si ce produit est positif ou $= 0$. — M. **Boulanger** signale certains invariants relatifs au groupe de Hesse et indique quelques-unes de leurs propriétés. — M. **Levasseur** montre les avantages qui résultent, dans certaines applications, de l'introduction des imaginaires de Galois, comme exposants des opérations. — M. **A. Kriloff** donne une théorie du tangage sur une mer houleuse, en s'affranchissant de l'hypothèse, inadmissible pour cette étude, que les dimensions transversales du navire sont petites par rapport à celles de la vague. Cet essai de théorie conduit à deux équations pouvant être intégrées par la méthode des approximations successives et dont l'une seulement est suffisante pour la pratique.

2° Sciences physiques. — M. **Mascart** présente la seconde édition du tome I de ses Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme. L'ouvrage, entièrement remanié, tient compte des découvertes de Hertz et développe les applications industrielles des courants alternatifs. — M. **Jean Perrin** a répété les expériences de Röntgen : 1° les rayons X ne sont pas des rayons cathodiques ; 2° les métaux sont, en général, moins transparents que les autres corps, mais n'ont pas l'opacité absolue qu'ils présentent pour la lumière ; 3° la propagation de ces rayons, d'après une expérience assez grossière, paraît rectiligne ; 4° ces rayons ne se réfléchissent ni sur un miroir métallique, si sur une plaque de flint ; 5° la déviation de ces rayons, à travers un prisme de paraffine et de cire, n'existe pas, ou bien est inférieure à 1° ; 6° des recherches pour obtenir des franges de diffraction conduisirent à des résultats négatifs. — M. **Poincaré** ajoute que Röntgen avait reconnu que les rayons X ne se réfractent pas et éprouvent une réflexion irrégulière avec diffusion. — M. **Gustave Le Bon** expose des recherches, entreprises depuis deux ans, sur la photographie à travers les corps opaques, à l'aide de la lumière ordinaire. Une plaque sensible mise au contact d'un cliché photographique quelconque et d'une plaque de fer couvrant entièrement la face du châssis, puis exposée à la lumière d'une lampe à pétrole ou au soleil, donne une image du cliché, très pâle, mais très nette par transparence. En enveloppant le tout dans une boîte métallique en plomb, les résultats sont meilleurs. — M. **H. Dufour** adresse de Lausanne quelques épreuves obtenues à l'aide des pro-

cédés Röntgen. Le sang n'arrête pas les rayons. — M. Ch. V. Zenger pense que les radiations cathodiques ne sont autres que les radiations ultraviolettes invisibles, qui se produisent dans l'espace raréfié des tubes de Crookes. — M. Maurice François démontre que l'action de la chaleur seule décompose simplement l'iodure mercureux en iodure mercurique, et que la décomposition est limitée. Comme conclusions : 1° on ne peut fondre l'iodure mercureux sans décomposition; 2° on peut fondre, au contraire, sans décomposition, des mélanges riches en iodure mercurique. — MM. Bayrac et Ch. Camichel ont étudié l'absorption de la lumière par les dissolutions d'indophénols. Si l'on dissout des poids de chaque corps de la série, proportionnels aux poids moléculaires, dans le même volume du même dissolvant, la bande rouge caractéristique de ces corps occupe la même position dans les différents spectres obtenus. — M. G. Perrier a étudié l'action du chlorure d'aluminium sur les phénols ; la combinaison a toujours lieu entre une molécule de chlorure et deux molécules du composé, mais avec élimination de deux molécules d'acide chlorhydrique et formation d'un véritable produit de substitution de formule générale $(R - O)^2 Al^2 Cl^4$. L'auteur décrit les combinaisons obtenues avec le phénol ordinaire, ses dérivés mononitrés et chlorés, le thymol, les naphtols α et β et les phénols à fonction mixte, aldéhyde salicylique et salicylate de méthyle et de phényle. — MM. G. Bouchardat et Tardy, outre l'anéthol, ont reconnu, dans l'essence d'anis de Russie, la présence de deux composés aldéhydiques $C^{16}H^8O^4$ et $C^{20}H^{12}O^4$. Ce dernier, l'acétone anisique, dérive par oxydation de l'estragol ou de son isomère, l'anéthol, existant tous deux dans l'essence. — M. A. Brochet s'est préoccupé de la production de l'aldéhyde formique gazeuse pure pour la désinfection ; les procédés ordinaires, qui consistent à oxyder incomplètement l'alcool méthylique, donnent de l'oxyde de carbone. L'auteur utilise la décomposition du trioxyméthylène, sous l'influence de la chaleur, en présence d'un courant gazeux qui entraîne les vapeurs d'aldéhydes. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — MM. Lannelongue, Barthélemy et Oudin montrent, par quelques recherches nouvelles, l'utilité des photographies par les rayons X dans la pathologie humaine. C'est ainsi que l'on peut démontrer que l'ostéomyélite n'est pas une périostite, car les os atteints de cette maladie se montrent par leur photographie intacts à leur périphérie tandis que le centre est détruit. — M. Kowalewsky présente quelques études biologiques sur des Hirudinées, en particulier sur la *Clepsine complanata*. L'intestin médian et ses six diverticulums présentent une réaction acide vis-à-vis du tournesol, tandis que l'intestin terminal offre une réaction alcaline. Le cœlome et son contenu ont également une réaction alcaline, tandis que les parois (épithélium cœlomique) sont acides. De plus, les cellules néphridiennes ont des propriétés phagocytaires très prononcées; elles absorbent les substances solides et les bactéries introduites dans la cavité du corps. — M. Calmette, avec la collaboration de MM. Hankin et Lépinay, fait connaître les résultats qu'a donnés aux Indes et à Saïgon l'emploi de son sérum immunisant contre les morsures de serpents. Son efficacité est certaine s'il est employé dans un délai assez court (une heure environ) après la morsure. — M. Gruvel communique quelques études intéressantes sur la *Tetraclita porosa* au double point de vue anatomique et histologique. — M. D. Charpentier analyse une nouvelle forme de réaction négative sur la rétine et établit cette loi que tout changement brusque et suffisamment grand de l'excitation lumineuse d'un point de la rétine détermine une réaction négative dont la forme oscillatoire peut être plus ou moins sensible. — MM. Vasseur et Fournier fournissent les preuves de l'extension sous-marine, au sud de Marseille, du massif ancien des Maures et de l'Esterel.

J. Martin.

Séance du 3 Février 1896.

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, adresse l'amplification du décret approuvant l'élection de M. Rouché comme membre libre. — M. le Maire de Nice invite l'Institut à se faire représenter à la cérémonie d'inauguration du monument érigé à l'occasion du Centenaire de la réunion de cette ville à la France.

1° Sciences mathématiques. — M. P. Tacchini transmet les résultats des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre 1895. Le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, avec un minimum secondaire pour le mois de novembre; au contraire, le phénomène des protubérances hydrogéniques est resté stationnaire pendant toute l'année. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage de M. le général Koversky sur les travaux géodésiques en Sibérie et dans les pays limitrophes avec une carte à part. — M. Jäderin adresse un mémoire intitulé : Mesure d'une section de la base de Paris avec l'appareil Jäderin. — M. d'Abbadie présente le mémoire précédent et ajoute que les appareils Jäderin, tout en possédant la précision des appareils employés par les officiers d'état-major, permettent de mesurer en moyenne 2.500 mètres à 3 kilomètres par jour. — M. Lecornu, qui a montré autrefois que l'équilibre d'une surface flexible et inextensible, soumise à des forces données, est régi par un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre, ne se prêtant que rarement à l'intégration, est parvenu à traiter le cas d'une membrane affectant la forme d'un ellipsoïde à trois axes inégaux et tendue par une pression constante telle que celle d'un fluide. Un seul état d'équilibre est compatible avec la condition d'avoir partout des tensions finies et continues. — M. Carl Stormer continue l'étude du problème sur les solutions entières :

$$x_1, \ldots, x_n, \chi_1, \ldots, \chi_n,$$

de l'équation

$$x_1 \operatorname{arctang} \frac{1}{\chi_1} + x_2 \operatorname{arctang} \frac{1}{\chi_2} + \ldots + x_n \operatorname{arctang} \frac{1}{\chi_n} = r\frac{\pi}{4}$$

M. Ed. Guitard adresse une note relative à une roue hydraulique à palettes à transformations, pour le flux et le reflux de la mer.

Sciences physiques. — M. G. Gagneparis propose d'employer, dans la fabrication de l'acide sulfurique, une double tour faisant suite à la tour de Gay-Lussac, pour arrêter les vapeurs rutilantes. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage de M. W. Zenker de Berlin, intitulé : Construction thermique des climats, par les influences calorifiques de rayons solaires et de l'intérieur du globe terrestre, et le second volume des œuvres scientifiques de J. Plücker : Mémoires de Physique. — M. Lambert-Roguin adresse une note relative à la photographie des couleurs. — M. Doumet Adanson communique l'observation d'un bolide faite à Baleine le 6 Janvier 1896. — M. Maurain s'est proposé de chercher comment varie l'énergie dissipée dans l'aimantation avec la fréquence du champ périodique employé. La chaleur mise en jeu est due à l'aimantation elle-même et aux courants d'induction; cette dernière partie étant supprimée complètement, l'auteur trouve que la quantité de chaleur mesurée calorimétriquement, laquelle se dissipe pendant une période, diminue quand la fréquence augmente, cette diminution étant de plus en plus lente. En outre, cette diminution relative est sensiblement indépendante de la valeur du champ. — M. Edouard Branly continue l'étude de la variation de la résistance de lames métalliques minces sous l'influence des décharges électriques. Il établit que cette variation n'est pas due à la disparition d'une résistance au contact de la feuille et des plaques métalliques par lesquelles elle

est reliée au reste du circuit. — M. **Niewenglowski** a répété les expériences de M. Le Bon sur la photographie à la lumière noire, mais sans employer aucune source de lumière ; le résultat a été le même que celui de M. Le Bon. — M. **Gustave Le Bon** donne quelques indications concernant la photographie à la lumière noire. L'auteur élimine l'influence possible de la chaleur et celle de la lumière emmagasinée sur les clichés. La lumière du jour donne les mêmes résultats que les lampes à pétrole, mais présente l'inconvénient de posséder une intensité variable. Les métaux les plus transparents aux rayons noirs sont l'aluminium et le cuivre ; le fer est moins transparent, le zinc, l'argent et l'étain le sont peu, le papier noir et surtout le carton recouvert de papier noir le sont infiniment peu. — MM. **E. Benoist** et **D. Hurmuzescu** signalent quelques propriétés nouvelles des rayons X. Ils déchargent immédiatement et complètement l'électroscope, plus rapidement si la charge est négative que si elle est positive. Cette décharge se produit avec des degrés très différents de rapidité selon la nature et l'épaisseur des corps interposés. — M. **Albert Nodon** a reconnu 1° : Que l'arc voltaïque, produit dans l'air, n'émet pas d'une façon appréciable de radiations jouissant de la propriété des rayons de Röntgen de traverser les corps opaques. 2° Que divers milieux colorés sont traversés avec une égale facilité par les rayons X. — M. **V. Chabaud** a examiné quatorze métaux ou alliages usuels, au point de vue de leur transparence pour les rayons X ; seul, le platine est opaque sous une épaisseur de 1/100 de millimètre ; le mercure l'est encore davantage. — M. **G. Moreau** a eu l'idée de substituer au tube de Crookes l'aigrette d'une forte bobine d'induction, actionnée par un courant moyen de six ampères. L'aigrette parallèle donne des épreuves négatives absolument nettes et très intenses. Une aigrette de machine électrostatique paraît ne rien donner. — MM. **Meslans** et **F. Girardet** continuent l'étude des fluorures d'acides ; ils communiquent les résultats de leurs recherches sur les fluorures de propionyle et de benzoïle. Il suffit de faire réagir le chlorure d'acide correspondant sur le fluorure de zinc anhydre pour obtenir, sans le secours de la chaleur, la quantité théorique de fluorure. Ces corps attaquent rapidement le verre en présence de traces d'eau ; ils offrent, en présence de ce dernier corps, une stabilité plus grande que les chlorures ; aussi ne fument-ils pas à l'air ; ils réagissent lentement sur les alcools pour donner des éthers et rapidement sur l'ammoniaque pour fournir des amides correspondantes. — M. **Albert Colson** prépare les fluorures d'acides en traitant un acide organique par l'hydracide en présence d'un corps suffisamment avide d'eau, un nitrile ou mieux en opérant avec l'anhydride organique. On peut également remplacer l'acide fluorhydrique par le fluorhydrate de fluorure de sodium. — M. **Güntz** a reconnu que le lithium brûle l'hydrogène à la température du rouge vif, en même temps qu'il se forme un nouveau composé, un hydrure de lithium : LiH. Ce corps, qui paraît stable à l'air, est décomposable par l'eau avec formation d'hydrogène. Cette substance, sous le poids minimum, dégage, au contact de l'eau, le poids maximum d'hydrogène ; 1 kilogr. donne 2780 litres. — M. **Michel Lévy** donne l'étude pétrographique et chimique des albitophyres du bassin de Laval. — M. **A. Poincaré** donne une note annexe à son étude de la révolution synodique ; elle traite des effets, considérés isolément, des déplacements solaires sur les pressions barométriques de la zone de 10° à 30°. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **N. de Zograf**, dans ses recherches sur le système nerveux embryonnaire des *Nauplius*, a pu retrouver chez ceux-ci, à l'aide de la coloration physiologique au bleu de méthylène, les restes d'un anneau de cellules nerveuses sous-jacent à une ceinture vibratile. Les *Nauplius* seraient ainsi les homologues des larves des trochosphères des Vers annelés. — M. **Sauvage** signale la présence d'un ophidien parmi les ossements de reptiles recueillis dans les terrains crétaciques du Portugal. C'est une espèce voisine de *Symoliophis Rochebruni* que l'on peut rapprocher des Typhlopiens. — M. **Pieri** étend ses recherches physiologiques à la respiration des Poissons et trouve, par exemple, que le phénomène de la résistance à l'asphyxie est un phénomène général, qui se présente chez tous les êtres vivants comme on devait bien s'y attendre. — M. **Laboulbène** présente des observations qu'il a faites sur la vésicule céphalique des Diptères de la famille des Muscides, au moment de l'éclosion. — M. **Vuillemin** présente quelques observations au sujet de *Mucor* et *Trichoderma*. Si le *Trichoderma* pénètre réellement dans l'intérieur des tubes de *Mucor cristaceus*, il faut conclure que cette espèce offre tous les degrés du passage du saprophytisme au parasitisme le plus complet. — M. **de Launay** indique les caractères géologiques des conglomérats aurifères du Witwatersrand (Transvaal). Ce sont des couches sédimentaires intercalées dans une formation de quartzites et de conglomérats reposant sur le granite. — M. **Oehlert** étudie le gisement de quelques roches éruptives et métamorphiques du bassin de Laval. Elles constituent un massif puissant aux environs d'Entramme, appartenant à la base du Dinantien.

J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Janvier 1896.

M. le Dr **Ausset** (de Lille) communique une observation intéressante d'immunité vaccinale congénitale persistante par transmission intra-utérine. — M. **Debove** analyse une note du Dr **Clozier** (de Beauvais) sur l'atonie gastro-intestinale. Suivant l'auteur, cette maladie proviendrait d'un régime alimentaire défectueux dans la première enfance. — M. **J. V. Laborde** fait un rapport sur un mémoire du Dr **E. Maurel** (de Toulouse) concernant la prophylaxie du paludisme. L'auteur arrive aux conclusions suivantes : C'est le plus souvent par l'atmosphère que les microorganismes du paludisme arrivent jusqu'à nous ; ils sont surtout absorbés par la voie buccale ; la muqueuse nasale, au contraire, les arrête. L'administration préventive de fortes doses de quinine semble avoir quelques bons résultats. Dans la zone intertropicale, les Européens doivent renoncer au travail de la terre sous peine de mort (au moins pour les régions où l'altitude ne corrige pas les effets de la latitude) ; ils peuvent se livrer à tout autre travail ; les atteintes du paludisme peuvent alors être nombreuses, mais elles sont rarement mortelles.

Séance du 28 Janvier 1896.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la 2e Division (Chirurgie). MM. **Gross** (de Nancy) et **Poncet** (de Lyon) sont élus. — M. **Jaccoud**, dans une communication sur l'origine hospitalière de la phtisie pulmonaire, montre toute la complexité du problème et établit, par suite, la constante incertitude de l'origine hospitalière de la phtisie, même dans les conditions les plus significatives en apparence. Mieux encore, une bonne hygiène hospitalière, et dont le moyen fondamental est la suppression absolue des poussières, doit préserver les malades contre le bacille de la tuberculose. — M. **Duguet** s'associe aux conclusions de M. Jaccoud et préconise certaines mesures pour amener la suppression des poussières. — M. **Nocard** applaudit aux efforts de MM. Jaccoud et Duguet, mais croit que, cependant, le meilleur parti à prendre est d'isoler les tuberculeux.

Séance du 4 Février 1896.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la 1re division (Médecine).

MM. **Fiessinger** (d'Oyonnax) et **Soulier** (de Lyon) sont élus. — M. **J. V. Laborde** fait une expérience qui démontre l'action préventive du curare à l'égard du tétanos strychnique ou toxique. — A propos de l'origine hospitalière de la tuberculose, M. **Terrier** insiste sur les causes de contagion dans nos hôpitaux actuels : crachats répandus partout, désinfection mal faite ou nulle, encombrement des salles. Aussi voit-on les étudiants, les infirmiers et les surveillants devenir en grand nombre tuberculeux. — M. le Dr **Delorme** lit un mémoire sur les effets des balles cuirassées de 8 millimètres à courte distance.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 18 Janvier 1896.

M. **Bourneville** a étudié l'action de la glande thyroïde sur la croissance et l'obésité ; chez tous les malades traités, il s'est produit un amaigrissement rapide, mais bientôt l'accoutumance est survenue. — M. **Caussade** a observé une hypertrophie des capsules surrénales chez des cobayes auxquels il avait injecté de l'extrait de capsules surrénales du veau. — M. **R. Petit**, dans ses expériences sur les sutures et les anastomoses des artères et des veines, a constaté la résorption du catgut sans aucun coagulum. — M. **Floresco** envoie une note sur l'activité des ferments pancréatiques dans les différentes espèces animales. — M. **Méry** signale deux cas d'infections locales provoquées par une injection sous-cutanée de caféine chez un malade atteint de pneumonie et un autre de scarlatine. Ces faits viennent à l'appui de l'hypothèse de la fixation des microbes en un point traumatisé au cours d'une infection. — M. **Claude** rapporte deux cas d'ulcération de la langue au cours de la tuberculose. — M. **Monnier** (de Nantes) adresse une note sur les sécrétions hémorrhagiques des microbes. — M. **Chabrié** croit que la cystine, qui prend naissance dans la digestion pancréatique des matières albuminoïdes, se forme par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les acides amidés. — M. **Lenoir** signale la présence du *bacterium coli* et du bacille pyocyannique dans les urines d'un malade atteint de calcul du rein et de pyélite. — M. **Mathieu** envoie une note sur le dosage du liquide que contient l'estomac.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Janvier 1896.

M. **Cornu** expose ses recherches sur les vibrations transversales des cordes. Il a constaté qu'en excitant avec l'archet les cordes d'un violoncelle, on peut leur faire rendre des sons *anormaux*, plus bas que le son fondamental. Ce phénomène semble n'avoir été signalé jusqu'ici que par Duhamel, qui n'en a pas soupçonné la cause : il est dû à l'existence de vibrations *tournantes* de la corde. L'action de l'archet ne se réduit pas, en général, à une force rencontrant l'axe de la corde, ce qui serait nécessaire pour qu'elle ne donnât naissance qu'à des vibrations transversales; elle comprend encore un couple qui tend à faire tourner la section touchée de la corde dans son plan autour de son centre. M. Cornu rend ce double mouvement visible en fixant sur la corde un miroir extrêmement léger qui réfléchit le rayon lumineux provenant d'un petit trou très fortement éclairé. On observe au microscope ou on photographie ; le plan de réflexion étant, dans l'état d'équilibre, perpendiculaire à la corde, une torsion produit un déplacement de l'image également perpendiculaire, tandis qu'un mouvement transversal la déplace parallèlement à la corde, d'une quantité proportionnelle à l'angle que fait celle-ci avec sa direction primitive. La courbe résultante ainsi obtenue, est très compliquée ; pour pouvoir la suivre on prend comme sources des trous percés sur un disque animé d'un mouvement de rotation, qui se succèdent l'un à l'autre à des intervalles d'un millième de seconde. Enfin, pour déterminer la loi des mouvements en fonction du temps, on fait varier lentement la direction du rayon lumineux incident, en le recevant d'abord sur un miroir mobile ; on obtient ainsi une courbe pointillée, dont les sinuosités les plus compliquées se reproduisent périodiquement avec une remarquable fidélité. La durée qui sépare la production de deux points étant constante et connue, il sera facile de tracer deux courbes qui représentent les amplitudes angulaires des deux mouvements tournant et transversal. M. Cornu s'occupe actuellement de déduire, de l'étude de ces courbes, le rôle si complexe de l'archet dans l'attaque des cordes vibrantes. Il montre qu'on peut obtenir les sons anormaux dans les conditions les plus variées, même à l'aide d'une simple ficelle frottée avec une règle de bois. — M. **Violle** signale qu'il a observé que certains tuyaux sonores donnent des sons plus graves que le son fondamental. Les dimensions transversales du tuyau semblent avoir une influence sur la production du phénomène. — M. **Cornu** rappelle que, quand on place un diapason sur une table, on entend quelquefois un son qui est à l'octave grave de celui du diapason. La cause en est que le support ne peut pas suivre les vibrations rapides du diapason et oscille suivant une période plus longue. — M. **Guillaume** rappelle une disposition indiquée par M. Chichester-Bell pour réaliser une expérience analogue : si l'on appuie le support d'un diapason contre un tube d'où s'échappe un jet d'eau que l'on reçoit sur une membrane, la fréquence de la rupture du jet est deux fois moindre que celle des vibrations du diapason. — M. **Amagat** fait une communication sur les variations du rapport des chaleurs spécifiques du gaz avec la température et la pression. Des expériences récentes de M. Joly, de Dublin, ont fourni des valeurs de c pour divers gaz; on peut calculer la valeur de C par la formule :

$$C - c = AT \frac{dp}{dT} \cdot \frac{dp}{dT}$$

et par suite, déterminer γ. Pour l'acide carbonique, pris sous une densité égale à 0,124, γ varie de 1,930 (20° et 45,1 atm.) à 1,592 (à 100° et 69,5 atm.); à la température moyenne de 50°, γ croît de 1,705 (à 50 atm.) à 4,633 (à 100 atm.) ; la comparaison des nombres montre qu'à pression constante γ croît avec la température. Il résulte, de cet ensemble de nombres, que la valeur de γ ne tend certainement pas vers la valeur 1,41, lorque l'acide carbonique s'approche de l'état parfait, comme on l'a cru quelquefois. Ce qui semble bien établi, au contraire, c'est que la valeur limite de ce rapport est d'autant plus petite que la molécule est plus complexe. Le calcul montre aussi qu'après avoir atteint une valeur voisine de 5, à 50°, γ doit décroître ; l'existence de ce maximum est à rapprocher de ce qui se passe à la température critique, où γ passe par l'infini sans changer de signe. M. Amagat montre qu'il y aurait intérêt à introduire dans les calculs le coefficient angulaire ε des isothermes (tracées en p et pv) ; l'équation générale des adiabatiques devient :

$$\frac{C}{c} \frac{dv}{v - \varepsilon} + \frac{dp}{p} = 0 ;$$

le coefficient de compressibilité cubique et le rapport des coefficients de dilatation prennent respectivement la forme :

$$\mu = \frac{1}{p}\left(1 - \frac{\varepsilon}{v}\right), \quad \frac{\alpha}{\beta} = \left(1 - \frac{\varepsilon}{v}\right);$$

ces expressions se prêtent à une discussion très facile. — M. **Guerre** a construit des timbres entretenus et excités électriquement, que présente M. Guillaume. Ces timbres peuvent servir à remplacer la trembleuse ou à donner le ton aux orchestres.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 Décembre 1895.

M. **Lauth** a préparé les dérivés nitrés et amidés de l'oxalamidothiophénol. Il a pu isoler deux diamines isomériques qui sont des matières colorantes jaunes. Copulées avec les amines et les phénols après diazotation, ces amines donnent une série de couleurs teignant directement le coton. — M. **Béchamp** termine ses communications sur le lait. Ce liquide ne contient pas de caséine, mais des caséinates alcalins, des lactalbuminates et de la galactozymase solubles. Les phosphates du lait sont combinés soit à une matière organique spéciale, soit aux caséinates et lactalbuminates, le tout en dissolution parfaite. Le lait renferme, à côté du sucre de lait, une matière extractive, réduisant le réactif cupropotassique. On constate de plus la présence dans le lait des acétates, de l'alcool et de l'urée. Tous ces composés constituent une dissolution si parfaite qu'une addition, même notable, d'alcool n'en précipite rien. M. Béchamp, en utilisant cette dernière propriété du lait, a pu isoler les globules laiteux et les obtenir secs. Ce sont des vésicules contenant une albumine soluble, le beurre et des microzymas propres. La membrane de ces vésicules est aussi de nature spéciale. Le lait renferme comme éléments anatomiques les globules laiteux et les microzymas laiteux. Grâce à sa méthode d'analyse, M. Béchamp a pu reconnaître que les laits de femme et d'ânesse ne sont pas des laits à caséine, que la galactozymase de femme diffère de la galactozymase de vache. M. Béchamp termine sa communication en étudiant les transformations subies par les différentes substances du lait lorsque surviennent les phénomènes de coagulation sans aigrissement. — M. **Maumené** répond à diverses critiques formulées contre ses lois. — M. **Grimbert** a repris l'étude du pneumobacille de Friedlander, et reconnu que l'organisme dont il s'est servi fait fermenter la glycérine et la dulcite. Frankland était arrivé, pour ces deux composés, à des résultats négatifs. De plus, l'organisme étudié par M. Grimbert donne des produits variables d'après les substances consommées. Ces produits sont : l'alcool éthylique, l'acide acétique, l'acide lactique gauche et l'acide succinique.— M. **Delépine** donne un procédé de séparation des méthylamines basé sur la différence des points d'ébullition des combinaisons des mono et diméthylamine (166° et 67°5) avec l'aldéhyde formique, et celui de la triméthylamine qui ne se combine pas avec cette aldéhyde.

Séance du 10 Janvier 1896.

M. **Moissan** est nommé président de la Société pour 1896; MM. **Tanret** et **Riban**, vice-présidents ; MM. **Grimaux**, **Maquenne**, **Wyrouboff** et **Lauth**, membres du conseil.

Séance du 24 Janvier 1896.

M. **Thomas** a continué ses recherches sur l'action de l'hypoazotide sur les sels halogénés d'étain. Avec le perchlorure d'étain en solution chloroformique, il a obtenu un composé qu'il représente par la formule :

$$SnOCl^2, 3SnCl^4, Az^2O^5;$$

le bromure d'étain $SnBr^4$ conduit à :

$$3SnOBr^2, SnO^2, Az^2O^5.$$

Ces corps se décomposent tous par la chaleur en donnant un résidu d'acide stannique. — M. **Jovitchitch** a obtenu un nouveau dérivé isonitrosé de l'éther acétylacétique. Comparant son produit à celui qu'a déjà signalé M. Victor Meyer, l'auteur admet qu'il se trouve en présence de deux stéréo-isomères répondant aux formules :

$$\begin{array}{c} CH^3-CO-C-CO^2C^2H^5 \\ \| \\ HO.Az \end{array}$$

et

$$\begin{array}{c} CH^3-CO-C-CO^2C^2H^5 \\ \| \\ AzOH \end{array}$$

L'étude de l'action du brome et de celle de l'acide azotique lui ont apporté un certain nombre d'arguments en faveur de cette manière d'envisager ses résultats. E. Charon.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

M. **Clara de Brereton Evans** publie ses recherches sur les dérivés de la diméthylaniline. Il a trouvé que, pour les amines tertiaires, comme pour les animes primaires et secondaires, la production de dérivés contenant un groupe de substitution dans le noyau est souvent précédée de la formation d'un dérivé correspondant dont la substitution s'effectue dans le groupe aminé. L'auteur a préparé l'acide paradiméthylanilinesulfonique au moyen de l'acide chlorosulfonique. L'acide méta a été obtenu en se servant de l'acide sulfurique fumant. Le brome avec l'acide para donne un acide monobromé :

$$C^6H^3Br(AzMe^2)(SO^3H)Br^2.$$

La nitratation de ces corps se fait assez facilement. La diéthylaniline donne des réactions semblables. — MM. **James Proude** et **W. P. Wood** : Expériences sur la formation du corps nommé amalgame d'ammonium. — M. **W. J. Nicol** : Les principales conclusions du travail de l'auteur sur les volumes moléculaires des substances organiques en solution, sont les suivantes : 1° les volumes des éthers isomères sont approximativement les mêmes ; 2° le volume du groupe CH_2 est constant pour chaque dissolvant ; il est de 16°,8 dans le xylène, 17°,0 dans le benzène, 17°,3 dans l'alcool à 88°/₀ ; 3° exception sera faite pour l'éthyloxalate et l'éthylsuccinate dont les valeurs sont moindres d'environ une unité, ce qui provient probablement de la contraction résultant de la séparation de deux groupes carboxyles ; 4° la nature du dissolvant a un effet marqué sur le volume moléculaire ; cet effet est moindre pour le dissolvant ayant le poids moléculaire le plus élevé. — MM. **Henry E. Armstrong** et **W. P. Wynne** : Recherches sur l'acide 2 : 1. β-naphtylamine sulfonique et l'acide chloronaphtalènesulfonique correspondant. Dans une deuxième communication, les mêmes auteurs étudient l'acide 1 : 3. α naphtylaminesulfonique et l'acide chloronaphtalènesulfonique correspondant. Dans une troisième note ils établissent la constitution des dérivés trisubstitués du naphtalène. Ils étudient tout spécialement les acides disulfoniques obtenus par la sulfonation de l'α naphtylamine sulfonique 1. 3. et de l'α chloronaphtalènesulfonique 1 : 3. et concluent que, d'après les conditions décrites, les deux acides disulfoniques obtenus en partant de l'acide 1 : 3. α amido et de l'acide 1 : 3. α chloromonosulfurique, ont très probablement pour constitution :

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Janvier 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. de Vries** : Sur les coordonnées bipolaires. Dans l'examen des courbes à l'aide du système de coordonnées bipolaires de rayons vecteurs p, q, issus de deux pôles fixes P, Q, l'introduction d'un troisième rayon vecteur r, dont le pôle R se trouve sur P, Q, offre quelquefois des avantages. Dans ce cas, la relation entre ces trois rayons vecteurs est donnée par le théorème de Stewart. Ainsi l'on dé-

montre facilement que les ovales de Descartes admettent un troisième foyer (théorème de Chasles). L'auteur applique les équations différentielles des systèmes de courbes orthogonales en coordonnées polaires (des rayons vecteurs θ, δ, que ces rayons font avec l'axe polaire), au système des ovales trifocales de Descartes et aux courbes méridiennes des niveaux potentiels pour deux masses égales placées en P et en Q. — M. **P. H. Schoute** : Sur la surface romaine de Steiner, représentée par :

$$y^2z^2 + z^2x^2 + x^2y^2 = 2kxyz.$$

Chaque cône quadratique par les axes détermine une conique située sur cette surface S^4. Involution

$$ayz + bzx + cxy = 0,\ bcyz + cazx + abxy = 0$$

de ces cônes déterminant des couples de coniques situées dans les plans tangents de S^4. En général deux coniques quelconques de S^4 n'admettent qu'un seul point commun; donc S^4 est de la troisième classe. Les quatre plans tangents singuliers touchent S^4 le long de quatre circonférences d'une même sphère; ces cercles forment la courbe parabolique de S^4. Le lieu des centres des coniques de S^4 est une autre surface de Steiner, représentée par :

$$y^2z^2 + z^2x^2 + x^2y^2 + kxyz = 0.$$

2° Sciences physiques. — Rapport de MM. H. A. Lorentz et J. D. van der Waals sur deux mémoires de M. **L. H. Siertsema** et un mémoire de M. **C. H. Wind**. Dans le premier mémoire : Sur la preuve que des corps diamagnétiques selon M. Duhem n'existent pas, M. Siertsema (Leyde) montre qu'au fond, M. Duhem a seulement prouvé que la théorie ancienne de Poisson, ou une autre théorie équivalente sur les corps diamagnétiques, n'est admissible qu'en expliquant les propriétés des corps tels que le bismuth, par la supposition que leur susceptibilité est encore positive, mais moindre que celle du milieu entourant. Dans la théorie de Maxwell, la question de la stabilité de l'équilibre, comme se l'est posée M. Duhem, manque de raison. Dans le second mémoire : Quelques propriétés minimum du champ magnétique, M. Siertsema prétend que, comme dans la théorie de Poisson, l'énergie potentielle doit avoir une valeur minimum dans l'état d'équilibre; on peut, de même, dans la théorie moderne, indiquer une certaine grandeur qui atteindra une valeur minimum dans l'état d'équilibre. Il a, en effet, trouvé une telle grandeur et examiné par rapport à quels systèmes de corps et à quels changements d'état cette grandeur a la propriété minimum. Il distingue deux cas bien différents : dans le premier, le champ magnétique ne dépend que d'aimants permanents; dans le second, il n'est causé que par des courants. Le mémoire se termine par quelques conclusions déduites de la propriété indiquée. Il en est dérivé d'abord l'influence d'un corps para ou diamagnétique, et ensuite les conditions connues auxquelles les différentes grandeurs électro-magnétiques doivent satisfaire à la surface d'un tel corps. Dans le mémoire : Etude sur la théorie des phénomènes magnéto-optiques en rapport avec le phénomène de Hall, M. Wind (Groningue) montre d'abord que l'on est conduit à une description mathématique des phénomènes magnéto-optiques adoptant pour le champ électro-magnétique la forme simple des équations fondamentales, déduite par MM. Heaviside et Hertz, sous condition qu'on y apporte une modification légère pour le cas d'une force magnétique constante dans tout le champ. Cette modification est formellement la même que celle exigée par le phénomène de Hall pour les courants stationnaires; sous ce rapport, la théorie nouvelle est une reproduction de la théorie ancienne de M. Lorentz. Seulement, au lieu d'introduire une constante réelle (à un paramètre), comme l'ont fait M. Lorentz et après lui M. Drude, elle introduit une constante complexe (à deux paramètres) comme l'a fait M. Goldhammer. Dans une note publiée récemment, M. Wind a déjà indiqué une interprétation de la complexité de cette constante du phénomène de Hall pour le cas des oscillations électro-magnétiques qui constituent la lumière (voir *Rev. gén. des Sc.*, tome V, p. 770). Dans le présent mémoire il s'efforce d'attacher une signification physique plus complète à la modification des équations fondamentales. A cette fin, il suppose, comme l'ont fait plusieurs physiciens de nos jours, que le mouvement d'électricité se fait par un transport d'ions chargés. Cette supposition comporte des équations de la forme cherchée quand on y ajoute l'hypothèse qu'il y ait une différence de mobilité entre les ions à charges contraires, dans les corps qui présentent les phénomènes étudiés. De plus, l'auteur examine si une partie des phénomènes étudiés ne pourrait être déduite à l'aide de certains principes généraux. A l'aide d'un principe de symétrie et de la loi de réciprocité, il parvient à quelques particularités des phénomènes en question, et à quelques relations numériques qui s'y rapportent. Enfin, l'application de ces principes l'a mis sur la trace d'une influence que la magnétisation pourrait exercer sur la lumière, influence intimement liée au phénomène de Kerr, quoique de nature différente, influence ni observée, ni prévue jusqu'ici. Une fois l'attention de l'auteur fixée sur cette nouvelle influence, il n'était pas difficile de la déduire de ses équations fondamentales et d'en prédire la nature et la grandeur pour les métaux examinés jusqu'ici par rapport au phénomène de Kerr. Cette influence se trahit par une variation d'incidence et d'azimut principaux dans la lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence et réfléchie par un miroir magnétisé perpendiculairement à ce plan. L'auteur a été obligé de se borner à indiquer la méthode qui peut mener à une vérification expérimentale de ses résultats théoriques, le temps et les moyens pour faire lui-même ces expériments lui ayant fait défaut. — M. **H. A. Lorentz** explique la découverte de M. **W. C. Röntgen**. — Communication de M. Kamerling Onnes de la part de M. **D. van Gulik** (Groningue) sur des expériences faites dans le Laboratoire de Physique de Groningue, sous la direction de M. Haga, se rapportant à la cause des diminutions de résistance qu'éprouvent les contacts microphoniques sous l'influence d'un rayonnement électrique. L'auteur, ayant aperçu que de petites étincelles se montrent entre des grains de dragée placés dans un tube de verre, dès le moment que celui-ci est assujetti à un rayonnement électrique, a cherché à constater de près une attraction entre de petits corps dans de pareilles circonstances, attraction dont on pourrait prédire l'existence à cause des différences de potentiel qui doivent exister au moment où les petites étincelles vont passer. En effet, l'auteur a pu constater cette attraction sous le microscope (agrandissement 420). Deux boules de platine (rayon = 0,1 millimètre) qui, au bout de deux fils en platine (diamètre = 0,1 millimètre), formaient les extrémités d'un circuit et dont on avait réduit la distance jusqu'à 4 microns au moyen d'une vis micrométrique, s'approchaient jusqu'au contact complet dès que, dans le voisinage, on fit passer une décharge oscillante entre les boutons d'un vibrateur. Si la distance était de 6 microns, les petites boules de platine se mettaient à tressaillir vigoureusement, sans qu'elles fussent à même de se rapprocher tout à fait, et des étincelles se montraient. On observait encore ces étincelles après que la distance s'était accrue à 10 microns. La résistance d'un contact causé par le rayonnement fut mesuré à 0,25 ohm. D'autres expériences se rapportaient à la variation de la résistance d'un tube de verre rempli de grains de dragée, ceux-ci étant d'avance comprimés par une force extérieure ou non. Sous l'influence du rayonnement, la résistance d'un même tube variait dans le premier cas de + 0,03 à — 0,03 ohm, dans le second cas de 2070 à 2,3 ohms. Les recherches se continuent. — M. **H. Kamerlingh Onnes** présente à l'Aca-

démie deux études intitulées : 1° le Compresseur modifié de M. Cailletet, du Laboratoire de Physique de Leyde ; 2° Description des appareils à l'aide desquels le Laboratoire de Leyde a obtenu un bain permanent d'oxygène liquide. Enfin, il s'occupe de la liquéfaction de l'hydrogène, de la similitude thermodynamique et de l'emploi de tubes vacuum. Cette communication importante, dont il nous est impossible de donner ici une analyse complète, fait suite aux travaux de MM. van der Waals, Solvay, Cailletet, Dewar, Olszewski et Linde. — Nomination d'une Commission chargée d'examiner la question de la conduction du son dans les prisons. Sont nommés : MM. J.-D. van der Waals, H.-A. Lorentz, H. Kamerlingh Onnes, J. Forster et G. van Dissen.

Sciences naturelles. — Rapport de MM. Engelmann et Place sur le mémoire de M. **H. J. Hamburger** intitulé : Sur l'influence de la pression intra-abdominale sur la résorption dans la cavité ventrale. Par l'application de deux méthodes différentes à des lapins et à des chiens, l'auteur trouve que, pendant la vie, la résorption s'accroît considérablement avec la pression intra-abdominale, mais que, contrairement à ce qui arrive chez les membranes artificielles, la résorption diminue quand on augmente la pression au delà de 20 centimètres d'eau. Ces résultats expliquent l'observation clinique que l'ablation d'une petite quantité d'un liquide pathologique, se trouvant sous une haute tension, donne lieu à une résorption accélérée du reste. — M. Th.-H. Mac Gillavry offre la thèse de **D. Mac Gillavry** : L'étiologie et la pathogenèse des maladies congénitales du cœur. — Rapport annuel de la Commission géologique. P.-H. Schoute.

CORRESPONDANCE

SUR L'HYGIÈNE DES VERRIERS

Monsieur le Directeur,

L'article de M. le Dr Napias, que vous avez publié dans votre numéro du 15 février, à la suite de notre étude technique sur la verrerie et la cristallerie, nous semble présenter sous un jour vraiment trop sombre l'état sanitaire de la classe ouvrière que ces industries emploient. — L'impression qui se dégage pour un lecteur non médecin de cette nomenclature des maladies spécifiques des verriers, et surtout de l'exposé que fait M. le Dr Napias d'une contagion dont les dangers ont actuellement presque disparu, est celle d'une industrie malsaine et d'une classe ouvrière plus maltraitée que d'autres par les exigences de l'industrie.

Or, si le tableau dressé par M. le Dr Napias répond à un état de choses qui a pu malheureusement exister, nous sommes heureux d'affirmer qu'il y a eu à cet égard de très heureux changements.

Il nous paraîtrait d'autant plus fâcheux de voir s'accréditer une opinion défavorable, qu'il n'est peut-être pas d'industrie où l'on ait fait plus d'efforts pour améliorer l'hygiène professionnelle. L'application des règlements ou les mesures d'initiative patronale y ont produit les meilleurs résultats. Il suffit, pour s'en rendre compte, de jeter les yeux sur le tableau de mortalité de Baccarat (page 168 de la *Revue*). Rappelons encore les heureux effets de l'emploi de l'air comprimé, dû à l'initiative de M. Appert, la suppression, déjà signalée, de l'empoisonnement mercuriel, la suppression de l'empoisonnement saturnin chez les tailleurs sur cristaux par l'usage d'acide métastannique.

Nous avons voulu appuyer de rapports de médecins exerçant depuis longtemps dans les milieux verriers notre impression personnelle, nécessairement étrangère à la médecine, et que notre sympathie pour les verriers aurait pu rendre trop optimiste : c'est cette enquête que nous vous prions de bien vouloir insérer en faisant observer que le caractère nomade des verriers à bouteilles a permis à l'un des auteurs dont nous rapportons l'avis, de se livrer à un très grand nombre d'observations.

Nous n'avons pas craint de reproduire une opinion concernant l'hygiène des enfants qui, sans être en contradiction absolue avec notre critique de la loi de 1893, attire de nouveau l'attention sur le travail des apprentis, indispensable en verrerie, mais qui n'en constitue pas moins une nécessité fâcheuse de l'heure actuelle.

Agréez, etc.

Emilio Damour et G. Guéroult.

Voici les documents joints à la lettre de MM. Damour et Guéroult :

1° Extrait d'une lettre de M. le Dr Schmitt.

« ..... Quant à l'emphysème des verriers, je n'y crois pas, et, statistique en mains, je pense qu'il serait facile de démontrer qu'il y a moins d'emphysémateux chez les souffleurs de verre que chez les tailleurs sur cristaux et les cultivateurs.

« La syphilis par contagion professionnelle, je n'en connais pas un seul cas depuis douze ans que je suis à Baccarat, et cependant je connais à la Halle une bonne douzaine de syphilitiques anciens ou récents.

« ..... Non seulement l'état sanitaire des verriers n'est pas plus mauvais que celui des autres métiers, mais je crois même qu'il est réellement meilleur.

« Ce dont on pourrait l'incriminer, c'est de la nécessité de prendre des apprentis à 13 ans et de leur imposer un travail supérieur à celui de l'ouvrier adulte, de l'exposer à cet âge aux dangers de l'alcoolisme et de la débauche. Mais encore ce point n'est pas spécial aux verriers qui sont peut-être encore favorisés si on les compare aux ouvriers d'autres industries, filature, papeterie, mines, chaufournerie. »

Signé : Dr Schmitt
Médecin de la cristallerie de Baccarat
Médecin de la Cie de l'Est.

2° Extrait d'un rapport de M. le Dr Amiend

« ... L'emphysème pulmonaire n'est pas beaucoup plus fréquent dans ma clientèle verrière que dans ma clientèle extra-verrière et même rurale.

Les verriers font d'ailleurs eux-mêmes la distinction de ceux qui soufflent avec la poitrine ou avec les joues; ceux-ci, en beaucoup plus grand nombre, ont souvent les joues cassées, mais sont à l'abri de l'emphysème pulmonaire.

« Quant à la syphilis, en six années d'exercice de médecine verrière, je n'ai vu qu'un seul cas de transmission par la canne, et encore cette transmission se produisit-elle dans des circonstances très spéciales : — maladie contractée en dehors de la verrerie et transmise par un maître ouvrier qui en ignorait la gravité, contagion limitée à un grand garçon et arrêtée immédiatement. Ces deux ouvriers ont été employés à d'autres travaux suivant l'usage général.

« L'acné et les furoncles ont disparu depuis que les verriers, disposant partout d'eau courante, prennent, en quittant le travail, les soins de propreté nécessaires.

« Quant aux brûlures que le gamin contracte surtout en cueillant au fond du pot, elles sont en voie de disparition dans les usines employant les fours à bassin.

« J'ajoute que, dans la verrerie à laquelle je suis attaché, la moralité est certainement très supérieure à celle des autres classes ouvrières avec lesquelles je suis en contact.

Signé : Dr Amiend,
Médecin de la verrerie de Folembray.
Médecin de la Cie des chemins de fer du Nord.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 5 15 MARS 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

639

L'ÉTAT ACTUEL DE LA PISCICULTURE MARINE

La Pisciculture marine, ou propagation artificielle des espèces marines de poissons comestibles, est une invention entièrement moderne. Chez les Anciens, le seul mode de pisciculture usité consistait dans la conservation, dans un vivier approprié, de certains animaux, jusqu'à ce qu'ils eussent atteint une taille convenable pour l'usage domestique ou les besoins commerciaux; ce mode est encore pratiqué dans les lagunes de l'Adriatique et ailleurs [1]. Mais la culture systématique, se basant sur la fécondation artificielle des œufs, ne fut mise en œuvre qu'en 1878. L'application de cette méthode pour l'amélioration des pêches maritimes est due à la « *Fish Commission* » des États-Unis qui, au cours de cette même année, inaugura ses opérations pour la fécondation et le développement des œufs de Morue (*Gadus morrhua*), d'Eglefin (*G. æglefinus*) et de Hareng (*Clupea harengus*), à la Station de Pisciculture de Gloucester (Mass.). Mais, depuis cette époque, de grands progrès ont été accomplis, en ce qui concerne l'application de la pisciculture marine dans des pays divers, en même temps que se sont précisées nos connaissances scientifiques sur la nature, la fécondation et le développement des œufs chez les poissons comestibles, — connaissances absolument nécessaires pour la réussite des opérations aquicoles [2].

Des piscifactures marines fonctionnent à l'heure actuelle aux États-Unis, au Canada, à Terre-Neuve, en Norvège et en Écosse; des dispositions sont prises, d'ailleurs, par plusieurs Comités de Districts des Pêcheries anglaises pour en établir d'autres sur les côtes d'Angleterre.

Avant de décrire l'organisation et les opérations de ces établissements, il est nécessaire de dire quelques mots sur les causes qui en ont provoqué la création et de rappeler les principes de la Pisciculture marine elle-même.

I

Depuis longtemps le public, non seulement en Angleterre, mais aussi dans la plupart des États d'Europe, était plus ou moins familiarisé avec cette doctrine que les espèces marines formaient une réserve immense de substance nutritive, que ne pouvaient sensiblement diminuer les prélèvements de l'homme. — « Prenez du poisson quand vous voulez et comme vous voulez » était la maxime des plus hautes autorités reconnues en matière de pêche. « L'homme, disait-on encore,

[1] Bullo : *Piscicoltura Marina stima delle coltivazioni in acqua salsa*. Padoue 1891.

[2] Les travaux de nombreux naturalistes dans cet ordre d'idées ont été fructueux en résultats importants : ce sont ceux de Sars en Norvège, Agassiz, Ryder et autres en Amérique; Raffaële en Italie; Pétersen en Danemark; Marion, Pouchet et Canu en France; Mac Intosh, Cunningham, Holt et Prince dans la Grande-Bretagne. Au petit laboratoire maritime de Saint-Andrews, le professeur Mac Intosh, avec une infatigable patience, a fertilisé et étudié le développement de la plupart des poissons comestibles et de beaucoup d'autres poissons des eaux anglaises.

ne peut troubler l'équilibre établi par le Créateur entre la destruction et la reproduction, entre la vie et la mort ». Les ressources de la mer étaient donc regardées comme inépuisables. La plupart des pêcheurs cependant émettaient une opinion différente; mais ils avaient la réputation d'avoir crié si souvent *au loup* quand le danger n'existait pas, qu'ils obtenaient le même résultat que le berger de la fable. La doctrine courante se basait sur plusieurs considérations. En première ligne se trouvaient les dispositions compliquées de la législation de la pêche qui avaient été modifiées par les générations successives, sans qu'on obtînt aucun résultat avantageux bien tangible, en compensation des nombreuses restrictions et des inconvénients que comportaient ces règlements pour la pratique des industries marines. Qu'y avait-il de bon dans ce tissu serré de dispositions légales? Cette question se posait de temps à autre quand l'opinion publique paraissait favorable au retrait de toutes les règles entravant l'essor de l'industrie et alors qu'existait un engouement pour la liberté commerciale, prenant ses origines dans les théories de Cobden et de Bright.

De nombreuses Commissions royales, instituées pour faire des enquêtes sur les conditions dans lesquelles s'exerçaient les pêches, et imbues des idées que nous avons rappelées, arrivèrent à cette conclusion que la pêche intensive n'avait amené aucun effet nuisible appréciable. Aussi les mesures prévues pour la conservation des espèces marines furent-elles rapportées comme inutiles, et les règlements qui existaient tombèrent en désuétude.

A l'appui de ces mesures venaient certaines considérations d'ordre scientifique — dont l'application, d'ailleurs, était faite avec plus ou moins d'à-propos — notamment celles qui se rapportaient à la fécondité des poissons. L'Océan était tellement immense, les poissons si abondants, leur pouvoir reproducteur si considérable, leur destruction par les causes naturelles était tellement énorme qu'il paraissait certain que l'intervention humaine était une bagatelle, ne pouvait sensiblement diminuer la productivité des espèces et que, en un mot, la mer était, à ce point de vue, inépuisable. En Angleterre, les principaux défenseurs de cette théorie étaient : Huxley, Shaw-Lefeuvre, Lyon, Playfair, Walpole, Buckland, tous hommes de grande autorité; mais on peut dire que la réalisation de cette nouvelle législation fut due principalement à la personnalité entraînante et à la haute valeur intellectuelle du Professeur Huxley, qui peut en être considéré comme responsable, précisément parce qu'il était le plus éminent de ses promoteurs. Ses théories gouvernèrent l'administration des pêches maritimes jusqu'à ces dernières années. Il n'y avait pas alors de statistique — ce *criterium* d'une administration rationnelle des pêches — qui pût montrer que la diminution des espèces était réelle, et bien peu d'observations scientifiques qui pussent permettre d'appliquer le remède nécessaire.

Cependant l'un des plus importants résultats des recherches statistiques et scientifiques qui ont été aujourd'hui instituées par la plupart des nations maritimes d'Europe et d'Amérique, fut de prouver que l'influence nocive de l'homme était beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait supposé jusqu'alors. On découvrit que la dévastation des mers n'était pas seulement limitée à la destruction, dans les eaux littorales, des bancs d'huîtres ou de moules, mais qu'elle s'étendait aussi au large. Maintenant, tout le long des côtes européennes, depuis les zones arctiques jusqu'aux rivages de la Méditerranée et aux côtes américaines de l'Atlantique, sur les fameux lieux de pêche de la morue, les bancs de Terre-Neuve même, on se plaint (et la plupart du temps avec raison) que l'abondance de beaucoup de poissons comestibles diminue. L'immensité de la mer et sa fécondité ne sauraient prévaloir contre la vigueur morale et l'énergie d'entreprise de l'homme. Partout où la pêche marine a été activement et méthodiquement pratiquée pendant quelques années, ses rendements ont généralement diminué. En Angleterre, notamment, et spécialement en ce qui concerne les pêcheries de la Mer du Nord, cette diminution des rendements est généralement attribuée à la pêche au chalut, qui est surtout mise en œuvre pour la capture des poissons plats; mais cette seule explication ne saurait suffire, car, le long des côtes norvégiennes, comme sur les bancs de Terre-Neuve où le chalut n'a jamais été employé, la Morue, le Flétan et d'autres espèces commencent cependant à se faire plus rares.

Les statistiques concernant les pêcheries anglaises et écossaises, depuis quelques années, montrent une graduelle et importante décrudescence dans les rendements des poissons plats les plus estimés, notamment des Soles, des Turbots, des Barbues, des Soles-Limandes et des Carrelets. En outre, j'ai montré[1] que des bateaux plus grands et mieux aménagés, des engins de pêches plus puissants et une plus grande surface de travail semblent être nécessaires pour fournir la quantité de poissons capturés aujourd'hui[2].

[1] *On the Overfishing of the Sea and the Culture of Sea-fish.* — Tenth. annual Report, Fishery Board for Scotland. Part. III, p. 171, 1892.

[2] Il y a vingt-cinq ans environ, la plupart des bateaux de pêches des côtes écossaises étaient petits, non pontés, et la plus grande part du poisson était pêchée relativement près de terre; maintenant ces bateaux sont d'un fort tonnage, pontés, et exploitent la partie septentrionale de la Mer du

La décrudescence des poissons plats sur les côtes provoqua, il y a quelques années, des mesures rigoureuses contre la pêche au chalut. En 1886, et pendant les années qui suivirent, ce mode de pêche fut prohibé en dedans de certaines limites à l'embouchure de quelques rivières. En 1889, la totalité des eaux territoriales d'Écosse, ainsi que quelques terrains situés au delà de la limite territoriale, furent interdits au chalutage. Les résultats n'ont pas été cependant aussi heureux qu'on l'avait présumé : il n'en est résulté aucun accroissement de l'abondance des poissons alimentaires dans les eaux interdites.

Les recherches méthodiques et suivies, effectuées, depuis 1886, par le « *Garland* », petit vapeur employé par les services scientifiques du *Fishery Board*, ont montré que ces poissons avaient, au contraire, diminué; ainsi, tandis que, dans la période 1886-1889, le nombre moyen des poissons plats capturés par chaque trait de chalut était de 178,5, cette même moyenne durant la période de 1890-1893 était seulement de 134,6. Cette décrudescence est généralement attribuée au chalutage exercé immédiatement en dehors de la limite de trois milles, dans la zone où les poissons comestibles pondent le plus souvent, de telle manière que la quantité normale d'œufs flottants et de larves de poissons qui arrivent dans les eaux territoriales se trouve diminuée.

Dans les derniers rapports du *Fishery Board* et dans les rapports du *Select. Committee of the House of Commons on Sea Fisheries*, on propose d'éloigner vers le large la limite des eaux territoriales, tandis que, par un « act » récemment voté, le Parlement étend la juridiction du *Fishery Board* écossais, dans certaines conditions, à quinze milles du rivage.

Ainsi, les raisons qui ont fait décider la mise en œuvre des procédés de propagation artificielle des poissons marins durant les dernières années sont : la diminution de certaines espèces estimées de poissons, et la difficulté d'établir une réglementation qui puisse l'enrayer. Il va sans dire que c'est en appliquant les méthodes aquicoles sur une très grande échelle, que les eaux littorales et territoriales pourront être repeuplées en animaux de valeur et que les avantages qu'elles offriront aux pêcheurs et au public compenseront largement les dépenses nécessitées par leurs opérations.

Nord jusqu'à cent cinquante ou deux cents milles de la terre. De même, les chalutiers à vapeur qui, il y a à peine dix ou douze ans, travaillaient dans les eaux côtières, se sont petit à petit éloignés vers le large et font maintenant des voyages réguliers entre l'Ecosse et des régions très éloignées. Un demi-cent à peine de pêcheurs écossais possédait pour son travail mille trois cent-six yards carrés de filet à harengs et cent quarante-deux pieds de ligne; aujourd'hui chaque patron emploie trois mille neuf cent-dix-sept yards carrés de let et sept cent vingt-quatre pieds de ligne.

II

J'arrive maintenant à la description des piscifactures marines, des procédés qui y sont adoptés et des travaux qui y sont faits actuellement, en prenant comme type l'établissement écossais qui a été construit sous ma direction et que, nécessairement, je connais le mieux.

Aux États-Unis, outre l'établissement de Gloucester, déjà mentionné, un autre beaucoup plus considérable a été construit dernièrement par la *Fish Commission* à Wood's Holl. Dans chacune de ces stations un grand nombre de poissons comestibles ont été multipliés artificiellement; plus de 120 millions de morues, entre autres poissons, ont été développées de 1886 à 1891. Aucune description complète des établissements américains n'a été encore publiée, mais le Dr Tarleton H. Bean, *Assistant Commissionner* pour la pisciculture aux États-Unis, a bien voulu me dire que le coût des opérations de la station de Wood's Holl varie de 65.000 à 75.000 francs par an. La station, d'ailleurs, est destinée aussi aux recherches scientifiques générales concernant les pêcheries. Lesdites sommes comprennent donc les salaires de tous les employés affectés au service de pisciculture proprement dit et aux autres services, les frais d'entretien des bâtiments, des bateaux, etc. Il ne nous est pas possible, en conséquence, d'établir exactement quelle fraction de la somme totale est employée pour la seule pisciculture. Durant la dernière saison, qui a pris fin le 30 juin 1895, la production de la station de Wood's Holl a pu être évaluée à 175 millions de larves de poissons ou de homards. Dans ce nombre se trouvent 50 millions d'alevins de morue, 2 millions d'alevins de *Pseudo-pleuronectes americanus*, 20 millions d'alevins d'Eglefin et 75 millions de larves de Homard.

En 1889, un établissement de pisciculture marine fut construit par le gouvernement de Terre-Neuve, à l'île de Dildo, dans la baie de la Trinité; il coûta environ 20.000 francs et fut placé sous la direction de M. Adolphe Nielsen, l'énergique supérintendant des pêcheries. Les travaux de cet établissement ont eu des résultats remarquablement heureux. La dépense annuelle qu'ils entraînent oscille entre 10.000 et 15.000 francs, outre le traitement du superintendant (15.000 francs), qui assume naturellement la charge d'autres services. La piscifacture de Dildo inaugura seulement en 1890 des opérations actives avec la Morue; le tableau I (page 240) montre la production dans les années qui suivirent; il montre aussi le nombre de larves de homards obtenues dans les incubateurs flottants de Nielsen, placés en différents points de la côte.

En 1891, le Gouvernement canadien construisit, à son tour, un établissement de pisciculture marine (d'après le modèle de celui de Terre-Neuve), à Bay-View, Picton County (Nouvelle-Écosse). Cette création coûta environ 25.000 francs, et la dépense annuelle, exigée par son fonctionnement, est d'environ 7.500 francs. Il est placé au voisinage des fabriques de conserves de homards, en sorte

Tableau I. — Production des larves de morues et de homards.

ANNÉES	PISCIFACTURE DE DILDO		INCUBATEURS FLOTTANTS
	Morue	Homard	Homard
1889.....	»	4.039.000	»
1890.....	17.000.000	15.070.800	390.934.000
1891.....	39.850.000	10.274.200	541.195.000
1892.....	165.254.000	2.500.000	427.285.000
1893.....	201.435.000	1.095.000	517.353.000
1894.....	221.500.000	»	463.890.000
Totaux ..	644.939.000	32.889.000	2.340.657.000

qu'il peut être approvisionné facilement d'énormes quantités d'œufs de ces Crustacés. M. Wilmot, superintendant pour la pisciculture au Canada, a calculé que, dans huit fabriques de conserves voisines de la piscifacture, le nombre d'œufs de homards détruits par la cuisson était d'environ 17.578.500.000 dans la courte période de deux mois, durant laquelle les fabriques sont en fonctionnement. Comme 500 fabriques, environ, existent sur la côte, il est clair que la destruction des œufs de homards est énorme.

Le premier établissement d'aquiculture marine édifié en Europe fut celui de Flödevig, près d'Arendal (Norvège), où le capitaine G. M. Dannevig commença ses opérations en 1884. Depuis lors, l'établissement a été beaucoup agrandi, avantageusement modifié, et sa production annuelle, en alevins, s'est considérablement accrue; à l'heure actuelle, il peut traiter normalement environ 400 millions d'œufs par saison. Depuis son inauguration en 1884, 900 millions de jeunes morues ont été produites à Flödevig; dans ces dernières années, nous en comptons : 1891, 193.250.000; 1892, 207.000.000; 1893, 240.000.000; 1894, 100.000.000. La dépense annuelle a varié entre 8.000 et 14.000 kröners.

L'établissement le plus récent pour l'application des méthodes piscicoles marines a été institué l'année dernière par le *Fishery Board for Scotland*, à Dunbar, sur la côte de l'Haddingtonshire, près de l'embouchure du Firth of Forth. Il est construit sur le modèle de la piscifacture norvégienne et coûte environ 40.000 francs; ses dépenses annuelles s'élèvent à la somme d'environ 7.500 francs. Durant la dernière année, 26.600.000 jeunes Carrelets et environ 500.000 Morues ont été produits à Dunbar. Dans le courant de cette année-ci (1895) les jeunes poissons produits se répartissent de la façon suivante : Carrelets, 38.615.000; Morues, 2.760.000; Turbots, 3.500.000; Soles-limandes, 1.300.000; autres poissons plats, 1.050.000. Ce qui nous donne pour ces deux années une production de 74.385.000 jeunes poissons. — Tous les établissements dont nous venons de parler, excepté celui de Norvège, ont été créés et sont entretenus par les gouvernements respectifs de leurs nations, et avec des fonds votés pour cet usage par les Parlements. Les frais de la piscifacture norvégienne sont couverts principalement par le gouvernement, mais aussi, en partie, par des souscriptions de sociétés et de différentes personnalités.

III

La piscifacture écossaise de Dunbar qui, nous l'avons dit, peut être prise comme type de cette sorte d'établissements, comprend essentiellement : 1° un vivier, soumis à l'action des marées, dans lequel les poissons destinés à la reproduction sont recueillis et conservés jusqu'à ce que commencent les opérations de l'établissement (fig. 1 et 2); 2° la chambre des pompes contenant la chaudière et la pompe à vapeur destinés à fournir l'eau de mer à l'établissement (fig. 7, page 247); 3° le vivier de ponte dans lequel les reproducteurs, arrivés à maturité, sont réunis quand ils commencent à jeter leur frai; 4° le collecteur, dans lequel les œufs sont recueillis au moment où se trouve filtrée l'eau destinée aux appareils d'incubation; 5° la salle des incubateurs contenant des appareils destinés au développement des œufs (fig. 4).

L'expérience a démontré qu'il est nécessaire, pour la réussite des opérations de pisciculture marine, de réunir les poissons adultes dans des eaux confinées où ils puissent s'acclimater avant que commence la saison de ponte. Autrement, on rencontrerait de grandes difficultés pour se procurer un nombre suffisant de reproducteurs au moment opportun, particulièrement pour certaines espèces comme le Turbot, qui ne sont jamais pêchées en très grande abondance. On doit remarquer aussi qu'une quantité considérable de poissons capturés par les procédés ordinaires sont fort souvent blessés et succombent à la suite de ces blessures; quand leur mort survient dans le vivier de ponte, elle entrave sérieusement les opérations aquicoles. On a observé, d'autre part, que, lorsque des poissons parvenus à l'état de maturité parfaite sont directement transportés des terrains de pêche dans le vivier de ponte, ils demeurent ordinaire-

ment pendant une période assez longue sans jeter leur frai, — auquel cas un nombre considérable d'œufs est détruit par la pression intra-ovarienne. Ainsi, un vivier doit être construit pour recueillir les poissons adultes, parmi lesquels ceux qui sont blessés et inutilisables peuvent être rejetés, tandis que ceux qui sont bien portants et vigoureux peuvent être progressivement accoutumés à vivre dans un milieu confiné et conservés, d'année en

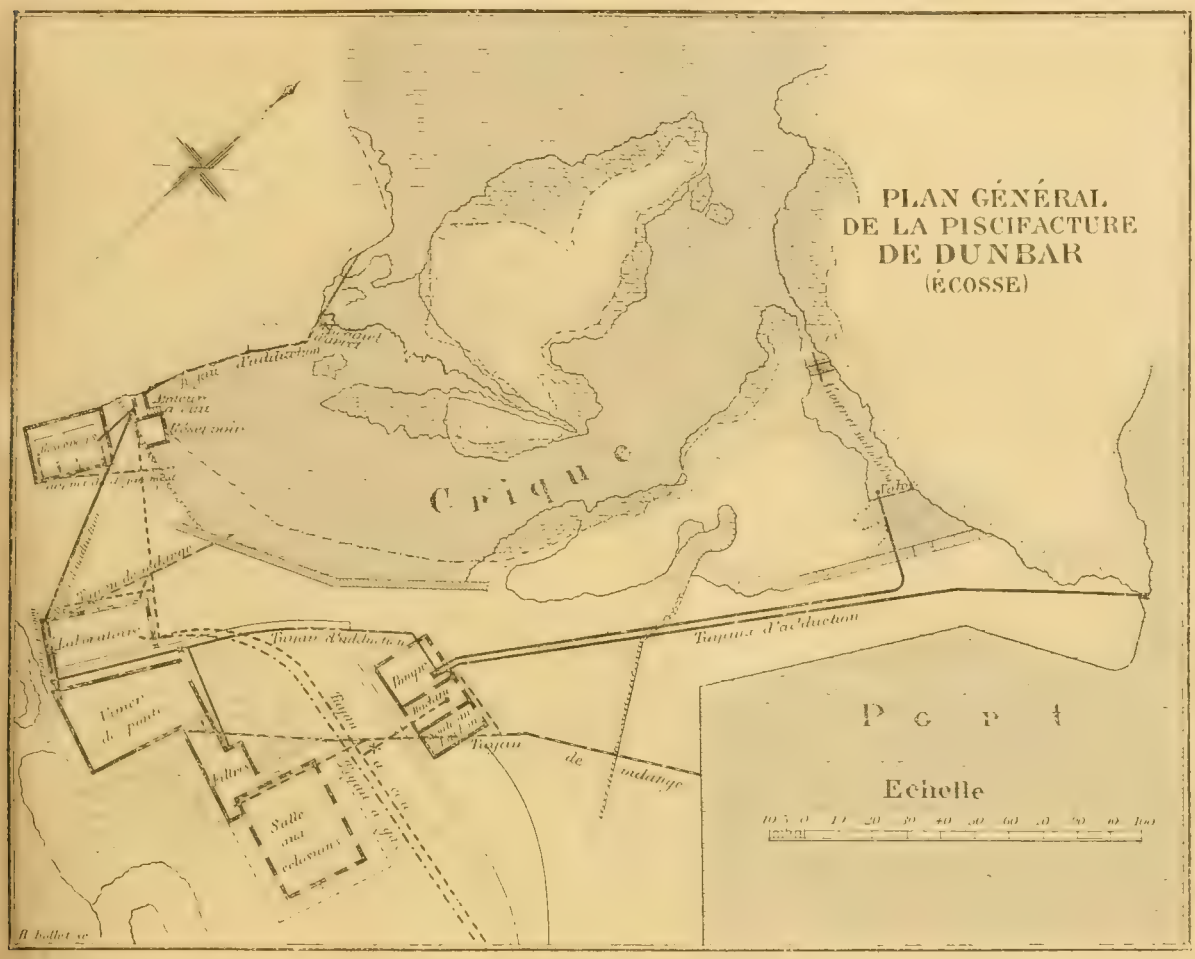


Fig. 1. — *Etablissement de Pisciculture de Dunbar.* — Le vivier de stabulation, situé au milieu de la figure vers la droite, renferme les poissons destinés à la reproduction. La grande crique, représentée à la partie médiane et supérieure de la figure, doit être clôturée pour conserver les jeunes poissons quelque temps après leur éclosion. Les constructions qui l'entourent vers la gauche constituent les laboratoires de la manufacture où s'opèrent la ponte, la fécondation et l'incubation.

année, comme un stock de reproducteurs. Un système de réservoir très simple peut être installé dans les endroits où l'eau est profonde, très claire, et où la force des marées n'est pas très grande pour conserver les poissons ronds tels que la morue. Ainsi, aux piscifactures de Norvège et de Terre-Neuve, les morues reproductrices sont renfermées dans des compartiments ou bassins en bois placés entre les pilotis d'une sorte de wharf et installés de telle façon que l'eau y puisse circuler librement. Cette installation ne convient pas aux poissons plats, qui, se tenant ordinairement sur le fond, ne sauraient être exposés aux violences du milieu marin. A Wood's Holl, les poissons reproducteurs sont réunis dans de larges bassins capables de renfermer plusieurs milliers de morues adultes. Le vivier de Dunbar, lui, a été construit au moyen d'un mur très solide en béton fermant l'ouverture d'une petite caverne qui se trouve sous les ruines d'un vieux château et dans laquelle la mer pénétrait à chaque marée (fig. 2). Pendant la haute mer l'eau s'élève jusqu'à une hauteur de 3 mètres à 3 m. 50 au-dessus du pied du mur ; à basse mer elle ne le touche pas ; elle pénètre à l'intérieur du vivier par un tuyau en fer passant à travers le mur un peu au-dessous du niveau de la marée haute durant les mortes eaux. L'extrémité du tuyau est munie d'une valve s'ouvrant et se fermant automatiquement aux moments du flot et du jusant. Quand, au dehors, les eaux sont plus hautes qu'à l'intérieur du vivier, la valve est forcée de s'ouvrir et le liquide pénètre dans ce vivier ; quand la mer descend et que le niveau du

liquide est plus bas extérieurement qu'intérieurement, la crépine empêche de s'écouler l'eau qui a pénétré. Cette eau passe, à son entrée dans le réservoir, à travers un appareil de filtration dans lequel sont retenues les particules vaseuses qui peuvent la souiller; le vivier est vidé au moyen d'un tuyau large de six pouces partant du fond (celui-ci est cimenté) et ouvert ou fermé au moyen d'un levier. Il peut contenir plus de 180 mètres cubes d'eau et est assez grand pour que puissent être maintenus en bon état 300 poissons plats, c'est-à-dire la moitié environ des reproducteurs nécessaires à la piscifacture, lorsque celle-ci est en pleine activité. On se propose, du reste, de construire un vivier plus grand encore, en clôturant de la même manière une crique voisine, d'une plus large étendue, et qui pourra être utilisée aussi pour conserver pendant quelque temps le fretin (fig. 3).

Les poissons adultes, destinés à la reproduction, sont nourris, dans le vivier, tous les jours ou même tous les deux jours jusqu'à l'approche de la saison du frai.

En promenant, de temps à autre, un filet en gaze serrée dans l'eau, on s'assure, à ce moment, de la présence d'éléments sexuels dans le milieu liquide. Alors, on transporte les reproducteurs dans le vivier de ponte et l'on prend ses dispositions pour recueillir leurs œufs fécondés.

IV

Jusqu'à ces dernières années, la fécondation des œufs s'opérait pour la pisciculture marine comme pour celle des eaux douces, c'est-à-dire que l'on exprimait doucement, du corps des animaux, les éléments reproducteurs mâles et femelles dans un cristallisoir contenant un peu d'eau. Cette méthode est employée, paraît-il, par l' « *U. S. Fish Commission* »; mais elle exige beaucoup d'attention, abîme les poissons et est, en outre, coûteuse. Parmi les espèces marines produisant des œufs flottants ou pélagiques, c'est-à-dire la plupart des poissons comestibles, la maturation de ces œufs a lieu suivant un mode lent et progressif, en sorte qu'une petite partie des

Fig. 2. — *Vivier de stabulation, soumis à l'action des marées, aménagé dans une caverne sous les ruines du vieux château-fort de Dunbar.* — Une passerelle traverse le vivier dans toute sa longueur et permet au gardien de pêcher les animaux reproducteurs et de surveiller l'état des poissons en stabulation. Ce réservoir communique avec le milieu marin au moyen d'une vanne installée dans le mur en maçonnerie qui ferme l'échancrure par laquelle, avant la création de l'établissement, les flots pénétraient librement dans la caverne.

éléments sexuels est mûre et expulsée à la fois. On peut prendre une femelle de Morue ou de Turbot pendant cinq ou six semaines et même plus longtemps avant d'exprimer tous ses œufs. Ainsi, l'emploi de ladite méthode exige la manipulation des reproducteurs tous les deux ou trois jours pendant plusieurs semaines; beaucoup meurent par suite de cette manipulation même, qui présente, en outre, l'inconvénient d'expulser un grand nombre d'œufs immaturés en même temps que les éléments mûrs. Ce fut donc un grand progrès en matière de pisciculture marine quand fut instituée la technique qui consiste à réunir ensemble les mâles et les femelles dans un grand vivier et à laisser s'opérer naturellement l'émission et la fertilisation de leurs œufs, — ceux-ci étant recueillis au moyen d'un appareil approprié que nous décrirons plus loin. — Cette méthode fut inaugurée à la Piscifacture norvégienne.

A Dunbar, le vivier de ponte est situé à un niveau plus élevé que la chambre aux incubations, de telle façon que le trop-plein peut être utilisé comme nous le décrirons plus loin ; il est protégé au moyen d'une construction en bois recouverte en tôle galvanisée (fig. 4). Le tuyau d'adduction, venant des pompes, aboutit à un angle du vivier ; pour vider ce dernier ou nettoyer le fond, deux tuyaux de vidange aboutissent à l'extrémité opposée et sont manœuvrés chacun au moyen d'un long levier. A environ cinquante centimètres au-dessus du sol est installé un plancher en bois à claire-voie, sur lequel se trouvent placés les poissons plats. Le but de cet aménagement est de permettre que la partie inférieure de l'eau qui peut être souillée par les excrétions et les débris de nourriture des animaux puisse être facilement enlevée sans amener une sensible dépression dans le liquide.

Fig. 3. — *Crique naturelle que l'on se propose de fermer afin de constituer un réservoir où les jeunes poissons seront conservés quelque temps après leur éclosion et nourris avec du « plankton » jusqu'à ce qu'ils soient aptes à lutter pour l'existence.* — Ce vivier servirait aussi à conserver les reproducteurs en attendant la période de ponte. Le « plankton », dont il est question ici, est le nom donné à cet ensemble confus d'animaux et d'algues pélagiques qui flotte à la surface des océans.

Quand les reproducteurs sont dans le vivier, ils donnent d'abord de nombreux signes d'inquiétude, nageant vivement à droite et à gauche et refusant toute nourriture ; mais, quand ils se sont accoutumés à leur nouvel habitat, ils se montrent beaucoup plus calmes et se nourrissent convenablement. Il est nécessaire, dans une certaine me-

sure, que cette nourriture soit variée et appropriée aux diverses espèces de poissons ; ainsi les Plies et les Soles sont surtout alimentées avec des Arénicoles, le Turbot exige d'être nourri avec du poisson frais tel que le Hareng, dont il est spécialement friand. Quand les poissons sont acclimatés au vivier, la ponte commence et se produit aussi naturellement qu'en mer. Les œufs sont émis et fertilisés dans l'eau ; ils flottent près de la surface, et, conséquemment, peuvent être recueillis en filtrant simplement le trop-plein du vivier. La ponte se produit ordinairement la nuit, et n'a été observée qu'occasionnellement ; les mâles émettent une petite quantité de fluide spermatique au fur et à

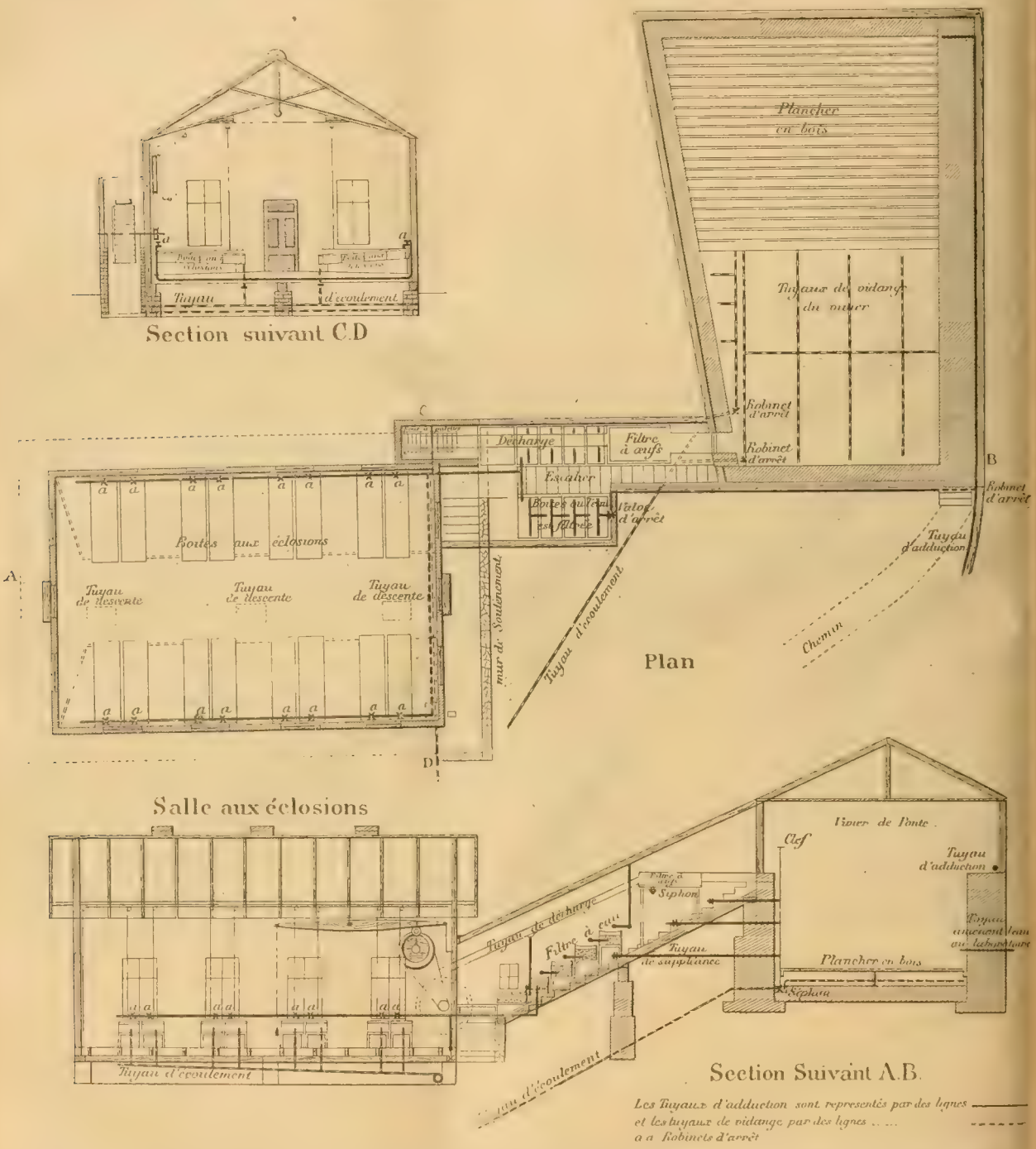


Fig. 4. — *Bâtiments de Pisciculture de Dunbar. — Plan et coupes suivant les lignes A B et C D du plan.* — Dans la section suivant CD, faite à travers la salle des incubateurs, on peut voir la disposition des appareils, inclinés des parois vers le milieu de la salle, et le dispositif des leviers actionnés par la roue à palettes, située à gauche, et destinés à obtenir un plongement mécanique des boites incubatrices.

mesure que les œufs sont pondus. Les œufs pélagiques des poissons marins comestibles, tels que : Morue, Églefin, Lingue, Plie, Turbot, Sole, etc., sont sphériques, petits, translucides, variant de diamètre entre 0,7 millimètre et 2 millimètres ; leur poids spécifique oscille entre 1,015 et 1,0265. Ils sont ordinairement produits en quantités énormes ; leur nombre varie suivant les espèces et suivant les individus de même espèce. Ainsi une Morue fournit deux, trois et même huit ou neuf millions d'œufs ; une Lingue en produit de huit à vingt millions ; un Turbot, trois, quatre et jusqu'à quinze millions ; une Plie, une Sole, un Maquereau ou un Églefin de trois à sept cent mille. On comprend donc facilement que l'eau du vivier de ponte est, dans la matinée, comme saturée par plusieurs centaines de mille, voire même par des millions de minuscules œufs flottants qui ont été pondus et fertilisés pendant la nuit, et qu'on peut se procurer facilement en faisant passer le trop plein dans un filtre convenablement aménagé. Dans l'angle du vivier opposé à celui où arrive l'eau, une rigole en bois, placée horizontalement, ayant environ un yard de largeur et six pouces de profondeur, est ajustée dans une dépression du mur et s'ouvre dans une large boîte horizontale tapissée par une étoffe très fine de toile à fromage, dont le tissu est seulement assez lâche pour laisser librement passer l'eau, mais ne saurait laisser s'échapper les œufs ; aussi, quand l'eau a été filtrée à travers cette toile pendant quelques heures, la boîte contient-elle une masse considérable d'œufs de poissons. Cet appareil est appelé le collecteur des pontes ; c'est, comme on le voit, simplement un grand filtre ; il peut être aussi formé par un tamis de crin comme en Norvège ou encore par une très mince toile métallique comme à Terre-Neuve.

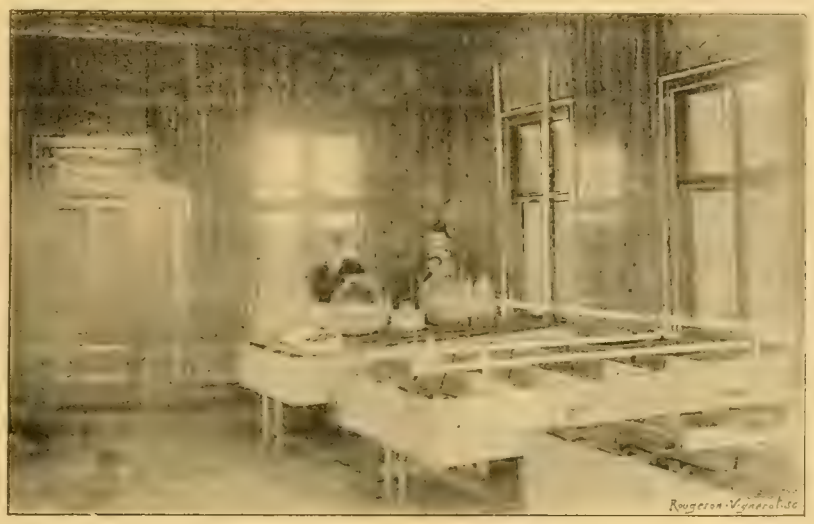


Fig. 5. — *Vue d'une partie de la salle des éclosions avec les incubateurs Dannevig.*

Les œufs, cependant, se trouvent souillés par des particules vaseuses et des débris de nourriture ; ils peuvent être nettoyés par un procédé spécial qui consiste à les placer dans une éprouvette avec de l'eau de mer et à ajouter de l'eau douce jusqu'à ce que la densité du mélange liquide soit inférieure à celle des œufs, qui se précipitent, tandis que les impuretés flottent à la surface. Les œufs sont ensuite transportés à la chambre des éclosions (fig. 5.) après avoir été comptés dans un vase gradué [1].

V

Je ne saurais entrer, ici, dans de longs détails au sujet de la canalisation et des appareils d'alimentation d'eau de mer. Je rappellerai seulement qu'il est indispensable qu'un courant continu circule dans les incubateurs et le vivier de ponte, et qu'il faut que le liquide soit parfaitement limpide, dépouillé de toutes particules organiques et inorganiques. Les modes de filtration varient beaucoup. A Dunbar, fonctionnent deux séries de filtres formés par des boîtes en bois dans lesquelles l'eau arrive sur le milieu de la paroi verticale et sort par la face supérieure ouverte, en traversant une flanelle qui est tendue sur cette face. Pendant les périodes de tempêtes, il est nécessaire aussi de filtrer le liquide qui se rend au vivier de ponte.

La salle des éclosions à Dunbar (fig. 5) est constituée par une construction en bois ayant onze mètres de long sur huit mètres de large ; elle est très bien aérée et éclairée au moyen de larges fenêtres : une grande quantité de lumière, en effet, est nécessaire pour le développement des œufs. A l'intérieur, sont placés seize appareils Dannevig permettant l'incubation, en une fois, d'environ quatre-vingt mille œufs de Morue ou de cinquante-six mille œufs de Carrelets, ceux-ci étant un peu plus gros que ceux-là. Pour le développement des œufs de poissons marins, des appareils spéciaux sont nécessaires, et quelque quarante incubateurs différents ont été imaginés. Les plus connus et les

[1] Une table a été dressée en dénombrant, à plusieurs reprises, les œufs contenus dans cinquante centimètres cubes et en prenant la moyenne des chiffres obtenus. Ainsi, chaque litre contient environ 234.600 œufs de Carrelets ; comme l'on connaît le chiffre exact des œufs, on peut facilement, dans la suite, calculer la mortalité.

meilleurs sont ceux qui ont été inventés par Chester, Mac Donald et Dannevig. Les deux premiers sont géralement employés en Amérique et construits d'après le principe des marées; on peut comprendre leur fonctionnement d'après la description de l'appareil de Chester. Il consiste (fig. 6) en un bassin A ayant sept pieds six pouces de longueur, deux pieds de large et deux pieds quatre pouces de profondeur. A environ un pied de chacune des extrémités, une cloison verticale en bois est placée et descend jusqu'à environ quatre pouces du fond. Entre ces deux cloisons, sont placées, sur des cadres, six ou huit grandes jarres en verre; chacune d'elles a dix-sept pouces de hauteur et neuf pouces de largeur; elle peut contenir cinq cent mille à un million d'œufs de Morue. Ces jarres sont renversées, et leur ouverture est recouverte d'un morceau de toile à fromage, tandis qu'un trou est ménagé sur leur fond (qui se trouve alors à la

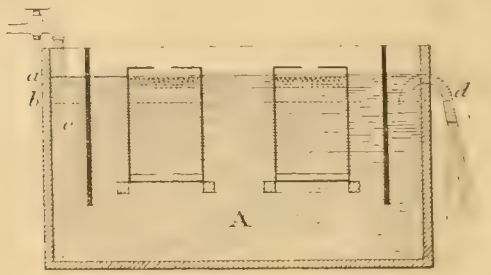


Fig. 6. — *Appareil de Chester pour l'incubation des poissons marins.*

partie supérieure); ce trou permet l'entrée de l'air et l'introduction des œufs. L'eau tombe d'un robinet dans l'un des compartiments des extrémités (*c*), et elle sort de l'appareil au moyen d'un siphon (*d*) dont le diamètre est plus large que celui du tuyau d'arrivée. Quand l'eau s'élève dans le bassin jusqu'au niveau *a*, le siphon commence à fonctionner, et le niveau du liquide s'abaisse graduellement jusqu'en *b*, sur une hauteur de cinq pouces; alors, le siphon n'est plus amorcé. De nouveau, l'eau monte jusqu'en *a*, et le même phénomène se reproduit. Chaque élévation et abaissement de l'eau exige environ dix minutes. L'expérience a démontré que ce mouvement de marée, qui est celui auquel sont soumis les œufs flottants dans leurs conditions naturelles de développement, est suffisant pour les maintenir en bon état. Ryder, d'après lequel je donne cette description et la figure qui l'accompagne, a établi que la mortalité qui survient dans les œufs de Morue, au cours de l'incubation, n'excède pas cinq pour cent[1]. Cet appareil n'a pas été employé à Dunbar; mais Cunningham, qui l'a utilisé à Plymouth, sur une petite échelle, pour les œufs de Plies et de Flets, a reconnu qu'il est préférable d'abandonner l'emploi du siphon et d'introduire l'eau directement dans la jarre au moyen d'un tube rentrant par l'ouverture supérieure[1]. Avec ce dispositif, les œufs sont maintenus en perpétuel mouvement et dispersés dans la masse liquide au lieu d'occuper un plus ou moins petit volume à sa surface. Cet effet est également obtenu dans l'appareil Dannevig, mais par un processus différent. Cet incubateur (fig. 5) consiste en une boîte en bois ayant environ huit pieds de long, deux pieds trois pouces de large, et un pied de profondeur. Il est divisé en deux compartiments longitudinaux par une cloison; chacun de ces compartiments, à son tour, est divisé en sept autres, transversalement, de telle façon que les divisions des extrémités soient beaucoup plus étroites que les intermédiaires. Chaque appareil comprend, conséquemment, quatorze compartiments, quatre étroits aux extrémités, et dix plus larges dans l'intervalle. Les divisions extrêmes communiquent par paires, entre elles; l'une des paires reçoit l'eau qui coule d'un robinet, tandis que l'autre sert de déversoir pour le liquide qui s'écoule, de là, dans le tuyau de vidange. Les grands compartiments sont étanches, et, dans chacun, se trouve placée une boîte en bois dont le fond est formé par un tamis en crin. Elle est agencée de telle manière qu'à son extrémité supérieure un de ses côtés soit fixé à charnières sur la cloison, tandis que le côté opposé peut s'élever en flottant au-dessus de l'eau, quand celle-ci remplit l'appareil.

Le liquide s'écoule du premier compartiment dans la première boîte au moyen d'une large rigole métallique ménagée dans une dépression du bois; il tombe ensuite à travers le tissu lâche du fond dans le compartiment où la boîte elle-même est placée. Quand ce compartiment est plein, il s'écoule dans la seconde boîte et ainsi de suite jusqu'à la fin de la série. L'appareil est monté sur des pieds d'inégales grandeurs aux deux extrémités, en sorte que l'écoulement se fait de lui-même d'un compartiment à l'autre, du tuyau d'adduction à celui d'abduction. Les œufs sont placés dans les boîtes flottantes, et la force du courant, qui, comme on a pu le remarquer, est dirigée de la surface au fond, maintient les œufs dispersés dans le liquide. Mais, quand une grande quantité d'œufs se trouve dans les boîtes, il est nécessaire d'imprimer à celles-ci un autre mouvement — qui correspond au mouvement de marée des appareils américains. Celui-ci est obtenu par une pression automatique exercée sur les boîtes mêmes. Quand leur extrémité libre et flottante, en effet, est brusquement plongée dans l'eau, un contre-

[1] *Report of the U. S. Fish. Commission for* 1885.

[1] *A Treatise on the Common Sole*, p. 133.

courant se produit à travers le tamis en crin de leur fond ; combiné avec l'action du courant continu, qui se produit dans une direction opposée, ce phénomène maintient les œufs en un tourbillonnement constant et les distribue d'une façon homogène dans la masse liquide. Le plongement automatique et périodique des boîtes est obtenu au moyen d'un dispositif ingénieux.

Le trop-plein de l'eau provenant du vivier de ponte, au sortir du filtre à œufs, est amené par une rigole en bois sur une roue à palettes actionnant un excentrique. L'extrémité d'un long levier articulé est fixé à la circonférence de l'excentrique et s'élève ou s'abaisse à chaque rotation de la roue. Ces élévations ou chutes alternatives du levier sont transmises, au moyen de câbles et de poulies, à une longue tige de fer qui passe longitudinalement au milieu de chaque appareil et appuie sur l'extrémité libre ou flottante des boîtes. Quand le levier s'élève sous l'influence de l'excentrique, les tiges sont soulevées au-dessus des boîtes qui flottent librement ; quand le levier s'abaisse, les tiges retombent et, en pressant sur les boîtes, plongent celles-ci dans l'eau. Ce fonctionnement si simple ne demande que peu ou pas d'attention.

Fig. 7. — *Vue d'ensemble de la piscifacture de Dunbar.* — Au premier plan : salle des pompes et de la machine ; au fond : vivier de ponte, filtre à œufs et salle des incubations.

Chaque boîte peut contenir un demi-million d'œufs de Morue ou trois cent mille œufs de Carrelets ; chaque appareil en contient donc dix fois autant et exige une quantité d'eau qui, pour cinq millions d'œufs de morue, est d'environ de quatre cent vingt litres par heure.

Les œufs fécondés, après avoir été recueillis dans le collecteur à œufs, nettoyés et comptés, sont placés dans les boîtes à incubation et soumis à l'action de l'eau courante jusqu'à ce que les jeunes poissons éclosent. Cette incubation ne nécessite que peu de soins. Le débit de l'eau, cependant, doit être vérifié, ainsi que le plongement automatique des boîtes, qui se produit ordinairement trois fois en deux minutes. Les œufs qui meurent deviennent opaques, blanchissent et tombent au fond ; ils peuvent donc aisément être enlevés ; les boîtes, d'ailleurs, doivent être nettoyées de temps à autre.

La durée de l'incubation dépend surtout de deux choses : la nature des œufs et la température de l'eau. Les œufs les plus petits se développent plus rapidement. L'influence de la température est encore plus marquée : les œufs pélagiques peuvent supporter des différences thermométriques qui seraient fatales aux poissons adultes [1].

En matière de pisciculture marine il est essentiel encore que, non seulement l'eau soit dépouillée de toute impureté, mais que son poids spécifique soit constant, élevé, jamais inférieur à 1,026. Autrement, les œufs seraient précipités et périraient ; de grandes pertes, d'ailleurs, sont survenues dans plusieurs établissements, qui n'avaient pas d'autres causes. A Dunbar, le poids spécifique de l'eau se maintient sensiblement constant et est d'environ 1,027 ; ce fait a grandement facilité les opérations de cette piscifacture.

Les alevins, au sortir de l'œuf, sont maintenus dans les appareils d'incubation pendant un certain nombre de jours ou même de semaines jusqu'à ce que le sac vitellin qui sert à leur nutrition soit presque résorbé et que la bouche soit ouverte, complètement achevée, et susceptible, en somme, de remplir la fonction qui lui est dévolue. Alors, les jeunes poissons nouvellement éclos ont une longueur qui varie de 2mm,5 à 7 mm. suivant les espèces [2].

Avant que le sac vitellin soit complètement résorbé, ils augmentent un peu de longeur, ac-

[1] Les œufs de Morue incubés en treize jours à la température de 7°,2 centigrades, mettent vingt jours à éclore à 3°,33, trente et un jours à 1°,1 et cinquante jours à 0°,5. Quand la température est de 6°,5, ils éclosent en quatorze jours alors que, au même degré thermométrique, les œufs de Flet éclosent en six jours. Les œufs de Plie, qui rentrent dans le groupe des plus gros œufs pélagiques, mettent vingt et un jours à se développer à 5°,34 et quatorze jours à 8°,8.

[2] La larve de Carrelet a généralement cette dernière taille ; celle de Morue a quatre millimètres, la jeune sole un peu moins, tandis que le Turbot ou la Barbue nouvellement éclos ont environ 2,7 millimètres.

quièrent une grande vigueur et beaucoup d'activité, mais demeurent encore très petits. A ce stade, ils sont transportés au moyen d'appareils appropriés sur les terrains de pêche, et, là, mis en liberté. Il n'est pas douteux que l'influence de la pisciculture marine serait grandement accrue s'il était possible de conserver les alevins dans de bonnes conditions jusqu'à ce qu'ils eussent atteint une taille plus grande. Ils ne peuvent naturellement trouver aucune nourriture dans l'eau soigneusement filtrée qui circule à travers les incubateurs ; d'ailleurs, même si cette eau n'était pas filtrée, elle ne contiendrait pas la somme de substance nutritive nécessaire à une aussi grande quantité d'alevins. Des expériences ont toutefois montré que ces alevins peuvent être amenés jusqu'à une taille relativement grande s'ils sont conservés dans un grand espace marin clos et alimenté avec une quantité suffisante de la nourriture qui leur convient ; c'est dans cette direction, je crois, que les recherches en matière de pisciculture marine doivent être orientées à l'avenir.

VI

Maintenant que j'ai donné un aperçu des méthodes de pisciculture marine, la question se pose de savoir quels résultats économiques on en peut espérer. Peut-il en résulter des bénéfices pour les pêcheurs, et les nations peuvent-elles en recueillir une compensation aux dépenses qu'elle leur occasionnera ? La propagation artificielle est d'ordre essentiellement économique et doit avoir pour but d'augmenter la fertilité des terrains de pêche, car, s'il était prouvé que ses résultats ne couvrent pas ses dépenses, sa mise en œuvre serait économiquement injustifiable. Il n'y a pas jusqu'ici de documents assez précis pour nous renseigner exactement à cet égard. En premier lieu, la technique est encore dans l'enfance. De plus, ces méthodes n'ont pas encore été appliquées sur une échelle assez grande, dans aucun pays, jusqu'à ces dernières années, et le délai est encore trop court pour que les résultats des dernières opérations se soient clairement manifestés. En second lieu, il est vraiment très difficile de déterminer, car il n'y a aucun criterium pour cela, si l'accroissement de la quantité de poissons est dû aux opérations aquicoles ou à des causes purement naturelles. La même remarque peut, du reste, s'appliquer à toutes les interventions humaines pour augmenter l'abondance des produits marins naturels, telles que l'interdiction de pêcher avec certains engins dans des régions déterminées, l'établissement de périodes annuelles d'interdiction pour certaines pêches, etc. Les résultats peuvent seulement en être appréciés par la comparaison des statistiques et par des enquêtes répétées durant une série d'années. Il est tout à fait logique de supposer que l'accumulation, dans un certain volume d'eau de la zone littorale, durant plusieurs années, de plusieurs millions d'alevins de Sole, par exemple, devra avoir comme résultat d'augmenter l'abondance des adultes. Dans les rapports officiels concernant la pisciculture en Norvège, aux États-Unis et à Terre-Neuve, il est établi que de très nombreux essaims de jeunes Morues ont été observés dans des localités où il y en avait peu ou pas. Ce fait est attribué, par les pêcheurs et autres personnes expertes, à l'influence des piscifactures. Une autre preuve est fournie par les expériences de la *U. S. Commission* pour la propagation artificielle du *Clupea sapidissima*, dont les alevins ont été immergés en énormes quantités, ce qui a énormément accru les rendements de la pêche de ce poisson.

En 1880, quelques années après le commencement des opérations piscicoles, le nombre des captures sur la côte atlantique était de 4.140.900. L'année suivante il était de 5.172.000, et ce nombre s'accrut progressivement dans la suite, atteignant le chiffre de 7.660.474, en 1888, soit une augmentation de 85 °/₀ sur les résultats de 1880. Cela représente une plus-value de 14.078.296 kgs. de substance marchande et environ 3.625.000 francs à répartir entre les pêcheurs. Mais la *Fish Commission* fit plus : elle transporta une grande quantité d'alevins de cette alose, au moyen de wagons appropriés, à travers le continent et les transplanta à Sacramento River ; ainsi fut créée une nouvelle pêche pleine d'avenir sur la côte du Pacifique. De cette localité, en effet, ce poisson se répandit peu à peu tout le long du littoral sur une étendue de plus de 2.000 milles dans des eaux où jusqu'alors il était inconnu, de Golden Gate en Californie à Vancouver, dans la Colombie britannique. Après de tels résultats, il n'est pas surprenant que le gouvernement américain considère comme bien employé l'argent qu'il consacre à la pisciculture. La dépense qu'occasionne celle-ci n'est pas, à la vérité, très grande. Étant donnée une localité convenable, une piscifacture susceptible de traiter annuellement 150 ou 200 millions d'œufs peut être installée pour la somme de 25.000 francs à peu près ; la dépense annuelle peut s'élever de 3.500 à 5.000 fr.

Dannevig a démontré que, lorsqu'on opère en grand, le prix de revient de 8.000 alevins de Morue n'excède pas 10 centimes. Il y a tout lieu de croire que la production qui en résulte pour les pêcheurs et pour le public est supérieure à cette dépense.

Dr Wemyss Fulton,
Scientific Superintendant
of the Fishery Board for Scotland.

537,53

LES FAITS NOUVELLEMENT ACQUIS

SUR LES RAYONS DE RŒNTGEN

La découverte de M. Röntgen, qui a causé tant d'étonnement dans le public, a excité, au plus haut point, la curiosité des savants; de toutes parts, on s'est mis à l'étude de ces singuliers phénomènes, de sorte que, depuis la publication des articles que la *Revue* leur a tout récemment consacrés [1], nous avons déjà à enregistrer, outre un grand nombre d'observations intéressantes, la découverte de propriétés entièrement nouvelles, et dont la connaissance contribuera puissamment à nous éclairer sur la nature intime des rayons X.

I

Au point de vue pratique, il était intéressant, à la fois, de diminuer la durée de pose dans les expériences photographiques et de perfectionner les procédés d'observation immédiate basés sur la fluorescence.

M. Salvioni, à Pérouse, et M. Swinton, en Angleterre, ont construit des appareils qui permettent d'observer la silhouette qui apparaît sur un papier imprégné de platinocyanure de baryum, en se mettant à l'abri de la lumière étrangère; M. Batelli et Garbasso ont réussi à photographier cette phosphorescence [2]. M. Piltchikof, en faisant naître les rayons X au point où les rayons de cathode tombent sur une substance donnant une fluorescence beaucoup plus vive que le verre, a augmenté beaucoup l'intensité de la radiation et abaissé la durée de la pose à 30 secondes. C'est la même limite qu'avait atteinte M. Joubin en utilisant les courants de Tesla, avec une étincelle soufflée. En surveillant constamment la marche de la bobine, M. Meslin a pu, dans les conditions ordinaires, obtenir des épreuves en moins d'une minute; il a pu descendre jusqu'à 4 secondes. M. Swinton a obtenu la photographie d'un pied humain, montrant les os très distinctement presque jusqu'au cou-de-pied, avec une pose de 25 secondes seulement.

L'emploi d'un tube de Crookes n'est pas indispensable; on a indiqué de divers côtés l'emploi d'une simple lampe à incandescence; la cathode est alors constituée par une feuille d'étain qui entoure la base de la lampe, l'anode par une armature quelconque qu'on amène au voisinage du verre ou, pour éviter l'échauffement, par de l'eau contenue dans un petit vase de celluloïd, dans lequel on plonge l'ampoule. Enfin, M. d'Arsonval a pu employer un simple tube de Geissler contenant de la fluorescéine, en recouvrant les objets à photographier d'un verre d'urane. Cet artifice a été suggéré par une découverte de M. Charles Henry: ce savant a constaté que les rayons X, en tombant sur un métal recouvert d'un corps phosphorescent, acquièrent la propriété de traverser des épaisseurs qui les auraient arrêtés totalement si le métal eût été nu. C'est un moyen très simple d'augmenter beaucoup l'intensité de l'action des rayons X.

La transparence d'un grand nombre de corps a été étudiée par divers expérimentateurs. M. Meslans a indiqué l'influence de l'espèce chimique sur la transparence: le carbone, dans ses divers états, absorbe très peu les rayons; il communique cette propriété à ceux de ses composés qui ne contiennent que des éléments gazeux. Le soufre, le phosphore, le chlore, l'iode, les métaux, donnent de l'opacité. MM. Buguet et Gascard ont constaté que le jais et le diamant naturels sont beaucoup plus transparents que leurs imitations. MM. Battelli et Garbasso ont déduit la transparence de l'intensité de l'action photographique, mesurée par une méthode photométrique. Leurs expériences ont porté sur 50 solides, dont les densités variaient de 0,24 (liège) à 22,50 (platine.) Au point de vue de la transparence, tous ces corps se placent exactement dans l'ordre inverse des densités. Il en est de même pour treize liquides; mais ceux-ci, à égalité de densité, sont un peu plus transparents que les solides. Citons enfin les expériences de

[1] Sur les Rayons X de Rœntgen, voir dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier dernier la série des articles suivants consacrés à la découverte du Professeur Rœntgen :

1. *Les rayons cathodiques et les rayons de Rœntgen*, par M. H. Poincaré;
2. *Expériences sur un nouveau genre de rayons*, par M. W. Rœntgen;
3. *Remarques au sujet des vues théoriques de M. Rœntgen*, par M. Schuster;
4. *Les vibrations longitudinales de l'éther à propos des rayons de Rœntgen*, par M. J. Bottomley;
5. *Etude expérimentale des rayons de Rœntgen*, par M. J. Perrin.

Voyez aussi dans la *Revue* du 29 février l'article de M. L. Dufour *sur la nature des rayons de Rœntgen*.

[2] La phosphorescence produite par les rayons Röntgen permettrait de faire instantanément des observations qui exigent aujourd'hui une pose relativement longue et le développement d'une image photographique; ce procédé semble devoir rendre les plus grands services en Chirurgie. Pour obtenir des effets suffisamment intenses, il faut un papier recouvert d'une couche épaisse de sel. Un des meilleurs procédés indiqués consiste à étaler de la glycérine sur un carton, puis, quand celui-ci commence à s'imbiber, à y répandre le platinocyanure réduit en poudre fine.

MM. Dariex et de Rochas, d'où il résulterait que le défaut de sensibilité de l'œil pour les rayons X tiendrait avant tout, contrairement à l'opinion de M. Röntgen, à l'absorption de ces rayons par les milieux de l'œil.

Il ne semble pas qu'on soit arrivé jusqu'ici à réfléchir les rayons; MM. Mac Lillan et Wright, de l'Université de Sorente, disent avoir obtenu des *cathodographies* [1] instantanées en réfléchissant et faisant converger les rayons à l'aide d'une cloche de verre qui entourait le tube; le procédé peut être excellent en pratique, mais il est fort douteux qu'il se soit produit une réflexion régulière. J'ajouterai que, dans ces expériences, comme dans plusieurs autres, il ne semble pas qu'on ait posé la question exactement sur le même terrain que le Pr Röntgen. L'existence du retour d'une partie des rayons qui ont frappé un corps de grande densité n'est pas douteuse, mais il s'agit de savoir si la réflexion (ou plutôt la diffusion) a lieu *à la surface* ou si les rayons sont renvoyés après avoir pénétré à l'intérieur du corps, qui agirait, dans le second cas, comme un milieu trouble.

II

Nous arrivons aux propriétés nouvelles, bien établies, des rayons X.

M. J. Perrin, poursuivant les recherches qu'il a décrites ici même [2], est arrivé à mettre en évidence une réfraction très légère, mais parfaitement nette, des rayons par des prismes d'aluminium. L'expérience, répétée trois fois avec des prismes différents, a fourni des clichés sur lesquels la brisure entre le haut et le bas de l'image est très nettement visible [3]. L'indice serait inférieur à 1.

MM. Hurmuzescu et Benoist en France, M. Dufour à Lausanne [4], M. Righi à Bologne, M. J.-J. Thomson à Cambridge, et MM. Borgmann et Gerchun à Saint-Pétersbourg, ont presque simultanément constaté que les rayons X déchargent un corps électrisé isolé sur lequel ils tombent. Mais il s'en faut de beaucoup que les résultats soient absolument concordants.

Dans les expériences de MM. Hurmuzescu et Benoist et dans celles de M. J.-J. Thomson, la décharge est complète, quel que soit le signe de l'électricité que portait le corps; c'est aussi ce qu'a observé M. Dufour. Au contraire, d'après M. Righi, une charge positive ne se dissipe sous l'action des rayons X que si le potentiel est supérieur à une certaine limite; les charges négatives disparaissent complètement et sont remplacées par des charges positives qui vont croissant jusqu'à ce que le potentiel ait atteint cette même valeur; en un mot, les rayons X chargent un corps isolé à un potentiel positif déterminé, quel que soit son état antérieur; ils présenteraient ainsi les propriétés que M. Righi a observées pour les rayons ultra-violets. Ces résultats ont été observés également par MM. Battelli et Garbasso. MM. Borgmann et Gerchun ont trouvé, au contraire, qu'un disque exposé aux rayons de Röntgen conserve ou acquiert finalement une charge négative. Ces contradictions sont-elles dues à la diversité des tubes employés? Quoi qu'il en soit, pour le moment, il ne reste qu'un fait bien établi, à savoir que le potentiel d'un corps électrisé, exposé aux rayons de Röntgen, ne peut conserver une valeur (absolue) très grande.

La rapidité de la décharge est d'autant plus grande que la radiation est plus intense; elle peut servir à mesurer cette intensité : MM. Benoist et Hurmuzescu ont constaté que, dans l'air, le temps que met à se décharger un électroscope est proportionnel au carré de sa distance à la partie *anticathodique* du tube, d'où partent les rayons X; la loi de décroissance serait donc la même que pour la lumière dans un milieu transparent ; d'où les auteurs concluent que l'air atmosphérique n'absorbe pas sensiblement les radiations étudiées. Ils ont pu également comparer, par cette méthode, l'affaiblissement des rayons par les différents corps: ils ont observé que cet affaiblissement n'est pas une fonction exponentielle de l'épaisseur traversée, ce qu'ont observé aussi MM. Sella et Majorana; la radiation totale émise par un tube de Crookes se comporte donc comme l'ensemble complexe de vibrations émis par une source lumineuse, ce qui, disons-le en passant, enlève un peu d'intérêt à la valeur absolue des nombres donnés comme mesurant la transparence.

Quel est le mécanisme de cette décharge qui, nous l'avons déjà dit, ne présente pas exactement les caractères de celle que provoquent les rayons ultra-violets ? J. J. Thomson a constaté qu'elle ne cesse pas de se produire quand la lame métallique électrisée est noyée dans un diélectrique quelconque solide ou liquide : soufre, ébonite, huile de paraffine. Il en conclut que, sous l'influence des rayons de Röntgen, tous les diélectriques deviennent conducteurs. M. Righi remarque également que le corps électrisé semble se comporter comme une électrode, qui, plongée dans un milieu conducteur, prend le potentiel du point où elle se trouve. Nous verrons plus loin l'explication

[1] On a déjà proposé pour les photographies par les rayons de Röntgen les noms d'*actinographie*, de *radiographie* et *scolographie* (dessin des ombres).

[2] Voyez son article dans la *Revue* du 30 janvier 1896.

[3] Les expériences sont encore inédites ; M. Perrin a bien voulu nous autoriser à en faire connaître les résultats.

[4] Voyez l'article de M. L. Dufour dans la *Revue* du 29 février dernier.

que donne M. J. J. Thomson de cette conductibilité.

Un autre fait, qui semble connexe de la propriété de décharger un corps électrisé, est l'abaissement du potentiel explosif, constaté par M. Swyngedauw pour des charges statiques et, avec beaucoup plus d'intensité, pour des charges dynamiques, et que MM. Borgmann et Gerchun ont également observé, ainsi que M. Cave, en Angleterre. Enfin M. Lagrange a cherché si les rayons X sont déviés par un champ magnétique quand ils traversent le vide de Crookes ; en faisant passer ces rayons à travers l'ampoule d'un radiomètre, il n'a constaté aucune déviation. Le résultat a son importance ; la déviation des rayons de Lenard ne s'observait nettement que dans l'air raréfié et de l'expérience de M. Röntgen exécutée dans l'air atmosphérique, on ne pourrait préjuger ce qui passerait dans le vide.

III

La découverte des rayons de Röntgen a suscité de nombreuses publications relatives à des phénomènes plus ou moins analogues.

Plusieurs savants, en France et en Angleterre, ont obtenu des impressions photographiques sans tube de Crookes ni matières fluorescentes quelconques, en utilisant seulement les décharges d'une bobine d'induction ou d'une machine électrostatique. Ce n'est pas la première fois qu'on obtient des effets analogues ; en 1886, M. Boudet de Paris a présenté à la *Société Internationale des Electriciens* des photographies obtenues par la décharge ; dans ses expériences, qu'il est inutile de décrire, l'objet à photographier n'était séparé de la plaque photographique par aucun écran solide ; en 1888, MM. Latchinoff et Moniusko ont montré qu'en maintenant une pièce de monnaie entre les pôles d'une bobine de Ruhmkorff, les arêtes de l'empreinte deviennent l'origine de petites lueurs qui permettent de lire dans l'obscurité les indications que porte la pièce et par suite d'en obtenir une photographie. Ces phénomènes semblent être en connexion intime avec les *figures roriques* (*Hauchbilder*, *Breathfigures*) découvertes par Karsten, et l'action de la lumière seule invoquée par les auteurs n'est peut-être pas la seule cause déterminante de l'attaque de la couche sensible.

Nous ne pouvons attribuer avec certitude aux rayons de Röntgen, sinon à quelque autre action nouvelle, que les photographies obtenues à l'intérieur des boîtes métalliques entièrement closes et mises au sol ; Lord Blythswood a fait l'expérience avec sa puissante machine de Wimshurst à 128 plateaux, de trois pieds de diamètre, mise en mouvement par un moteur d'un cheval et demi ; en plaçant une plaque sensible à l'intérieur d'une boîte métallique portant une fenêtre d'aluminium et mise à la terre et disposant cette plaque entre les pôles de la machine, il a obtenu des photographies de divers objets. Les photographies de métaux ne présentent aucune trace de décharge ni d'étincelle. Cette expérience démontre l'existence d'un agent qui diffère certainement des décharges électriques ordinaires. Mais il serait prématuré de conclure à l'identité de cet agent et des rayons de Röntgen, et, d'ailleurs, les décharges elles-mêmes sont plus complexes qu'on ne l'a cru jusqu'ici, puisque M. Wiedemann y a récemment découvert des rayons que l'aimant ne dévie pas et qui excitent la fluorescence.

Un fait tout différent est l'émission, par divers corps phosphorescents, de rayons qui peuvent impressionner des plaques photographiques à travers plusieurs doubles de papier noir absolument imperméables à la lumière solaire, et même à travers une plaque d'aluminium de six millimètres d'épaisseur. Le fait a été découvert par M. Charles Henry, qui a cherché à vérifier, avec le sulfure de zinc, si, conformément à une hypothèse émise, dans cette *Revue*, par M. Poincaré, « tous les corps fluorescents n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons X, quelle que soit la cause de leur fluorescence[1] ». L'expérience a été répétée par M. Niewenglowski sur diverses substances phosphorescentes. M. Becquerel, en opérant avec des cristaux de sulfate double d'uranium et de potassium a constaté une impression des plaques sensibles à travers une lame de cuivre de 0,1 mm. d'épaisseur. Il a aussi observé que l'action persiste plusieurs jours dans l'obscurité, bien que toute phosphorescence visible disparaisse aussitôt qu'on supprime la source éclairante.

Cette action de la phosphorescence expliquerait, d'après M. d'Arsonval, les résultats singuliers des expériences de M. Le Bon sur la « lumière noire », qui ont donné lieu dans ces derniers temps à une polémique assez vive. Les expériences ont été répétées par divers savants ou praticiens et les résultats contradictoires qui ont été obtenus laissaient la question entièrement ouverte. M. d'Arsonval a observé que, toutes les fois que les expériences réussissaient, il y avait sur le trajet des rayons lumineux une *lame de verre ;* il pense que la phosphorescence de ce verre émet des rayons qui peuvent à la longue traverser les métaux. Si cette explication est la vraie, c'est encore à M. Boudet de Paris que reviendrait la priorité de la découverte, car il a annoncé, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 5 avril 1886, que la

[1] Ce sont les termes mêmes dont M. Poincaré s'est servi dans son article paru dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier dernier.

lumière d'une lampe à pétrole pouvait impressionner une plaque photographique à travers une lame de carton épais, à condition que cette lumière ait été *réfléchie par une lame de verre;* les rayons directs ne produisaient aucune action.

IV

Quelle est la nature des rayons X? Les expériences d'absorption par les métaux nous ont montré qu'ils sont loin d'être homogènes. Je penserais volontiers que la complexité est encore plus grande que celle qui peut résulter de l'existence simultanée de diverses radiations de même nature, telles que les différentes parties d'un spectre; MM. Bergmann et Gerchun, qui ont observé qu'une lame métallique, exposée aux rayons X, tendait à se charger négativement, ont trouvé aussi que cette charge est temporaire, qu'elle varie suivant les irrégularités du jeu de l'interrupteur; MM. Gossart et Chevalier ont découvert que les ailettes d'un radiomètre, placé en face d'un tube de Crookes, sont maintenues dans une position symétrique par une force qui croît quand on s'approche du tube et qui varie quand on fait agir un champ électrostatique, magnétique ou électromagnétique. Ces phénomènes singuliers me semblent devoir être classés à part avec les actions découvertes par M. Dufour[1]; il y aurait lieu d'examiner, avant tout, s'ils se produisent avec tous les tubes de Crookes.

Il ne serait pas impossible (et j'avoue que ce me semble être l'hypothèse la plus vraisemblable) qu'outre les rayons de Röntgen proprement dits, tels que les obtient, par exemple, M. J. J. Thomson en entourant le tube de Crookes d'une caisse métallique mise à la terre et portant une fenêtre d'aluminium, le tube ne créât dans son voisinage un champ électrique variable qui présentât quelques caractères de ces rayons. C'est peut-être ainsi qu'on expliquerait les phénomènes qui ont amené M. Zenger et M. Dufour à penser qu'il n'y a pas de rayonnement spécial. Si les décharges ou effluves ordinaires, ou même certains effets d'induction électrostatique et électromagnétique, peuvent produire, dans des circonstances déterminées, des effets de phosphorence et des actions photographiques, il est essentiel, pour observer les actions dues aux seuls rayons de Röntgen, de se mettre à l'abri de toutes ces influences étrangères. Sinon, il deviendra très difficile de séparer ce qu'il faut attribuer à telle ou telle cause, et nous voyons précisément que certains savants attribuent aux rayons de Röntgen des actions qui s'expliquent sans hypothèse nouvelle, tandis que d'autres vont jusqu'à nier l'existence d'un agent inconnu jusqu'ici.

Le mouvement qui constitue les rayons de Röntgen est-il longitudinal ou transversal? L'existence de vibrations longitudinales de l'éther est soutenable; Lord Kelvin la considère comme très probable; M. Lodge a prouvé que la compressibilité qui en résulterait pour l'éther serait trop faible pour que les résultats de l'expérience puissent être en contradiction avec ceux des théories qui le regardent comme incompressible[1]. Mais si la nécessité d'admettre l'existence d'ondes longitudinales est démontrée, il serait intéressant de chercher si elle peut résulter des théories actuelles dans des cas particuliers. M. J. J. Thomson a montré que l'existence d'ondes longitudinales n'est pas incompatible avec la théorie de Maxwell[2]; ces ondes peuvent exister dans un milieu contenant des ions libres. M. J. J. Thomson a depuis longtemps soutenu que toute décharge électrique dans les gaz ne s'effectue que conjointement à une dissociation de la molécule et que le mécanisme de la conductibilité ne diffère pas essentiellement, dans ce cas, de ce qu'il est pour les électrolytes. Or, les rayons de Röntgen semblent rendre conducteurs tous les isolants qu'ils traversent, puisqu'ils déchargent un conducteur plongé dans un diélectrique quelconque. Lorsqu'ils passent au voisinage de deux lames métalliques en communication, la différence de potentiel entre ces lames a la même valeur que si elles plongeaient dans un électrolyte. M. J. J. Thomson pense que les molécules de tous les diélectriques sont dissociées sous l'action des rayons X; par suite, il pourrait exister des ondes longitudinales dans tous les milieux; les deux hypothèses de M. Lodge sur l'existence d'une « radiation électrolytique » ou d'un mouvement longitudinal se trouveraient ainsi rattachées l'une à l'autre.

Reste l'hypothèse qui identifie les rayons de Röntgen à des radiations transversales de période très courte. M. Schuster et Lodge ont fourni des arguments en faveur de cette idée : ces deux savants se sont préoccupés de la façon dont ces rayons pourraient être émis ou ont cherché à expliquer pourquoi ils ne subissent pas de réfraction. Sur ce dernier point, je me permettrai de rappeler que, comme je l'ai déjà dit ailleurs[3], plusieurs théories de la dispersion, établies depuis longtemps, prévoyaient précisément pour les

[1] Voir la *Revue* du 29 février dernier, page 192.

[1] Voyez ci-après (page 258) l'article de Lord Kelvin, et (page 253) l'article de M. Lodge sur ce sujet. NOTE DE LA DIRECTION.

[2] Rappelons que la théorie de M. Jaumann est basée essentiellement sur les propriétés particulières des gaz raréfiés et ne saurait expliquer, sans hypothèses nouvelles, l'existence d'ondes longitudinales dans un milieu quelconque.

[3] Société française de Physique. Séance du 7 février 1896.

ondes de période extrêmement courte les propriétés les plus saillantes des rayons X: la valeur limite de l'indice serait, pour tous les corps, l'unité, c'est-à-dire qu'il n'y aurait ni réfraction, ni réflexion. La théorie indique que tous les corps deviendraient transparents, mais elle ne tient pas compte de la grandeur des atomes, qui cesse d'être négligeable vis-à-vis de la longueur d'onde; cette circonstance permettrait de concevoir facilement la diffusion qui, dans les substances de grande densité, remplace l'absorption. La propriété d'exciter la fluorescence, de décharger un électroscope appartiennent, on le sait depuis longtemps, aux rayons ultra-violets; enfin, si l'on suppose que les rayons X soient des vibrations de même nature que celles de la lumière, il n'y a plus aucune difficulté à admettre que toutes les substances phosphorescentes puissent en produire [1].

Si l'on pense qu'il faut d'abord s'efforcer de faire rentrer les phénomènes nouveaux dans les cadres déjà tracés, c'est certainement des radiations ultra-violettes qu'on devra essayer de rapprocher les rayons de Röntgen; mais il sera nécessaire avant tout d'examiner avec grand soin quelles sont les actions que l'on peut attribuer au champ électrique ou électromagnétique créé par les tubes de Crookes qui servent à les produire, et de distinguer nettement les effets qui doivent être attribués à un agent nouveau. Lorsqu'il n'y aura plus de doutes possibles sur ce point, il semble que l'étude la plus intéressante et la plus profitable soit la comparaison entre ces propriétés nouvelles et celles des corps phosphorescents qu'elles ont conduit à découvrir; cette étude ne saurait manquer de conduire à des rapprochements du plus haut intérêt [1].

C. Raveau,
Préparateur au Laboratoire de Physique de la Sorbonne.

537,53

LES HYPOTHÈSES ACTUELLES

SUR LA NATURE DES RAYONS DE RŒNTGEN

Quand apparut la découverte de Röntgen, j'ai conçu l'hypothèse que les rayons X sont peut-être déviés, quoique d'une quantité très petite, par un champ magnétique; je considérais comme vraisemblable l'existence d'une sorte de pulsation sonore transmise par des particules électrisées se déplaçant en masse dans une même direction, avec des échanges d'énergie propageant le mouvement dans une sorte de chaîne de Grotthus, mais le propageant par un simple choc matériel, — en un mot, d'une sorte de radiation électrolytique. Voici, à ce sujet, une expérience très précise qui montre que la déviation est nulle.

Les pièces polaires N et S d'un électro-aimant (fig. 1) petit, mais puissant, à champ concentré, ont été photographiées en même temps que deux fils A et C, tendus entre elles, du côté de la source, et un fil B, tendu de l'autre côté, près de la plaque sensible P. Ces trois fils projetaient une ombre sur la plaque; celle de B était nette et bien définie, celles de A et C étaient estompées.

M. Robinson a pris deux radiographies, en renversant l'excitation. En superposant les deux plaques obtenues ainsi, et amenant en coïncidence les ombres nettes de B, on aurait pu voir le moindre déplacement des ombres de A et de C, malgré le défaut de netteté de ces ombres. Mais il n'y a eu aucun déplacement observable ; la

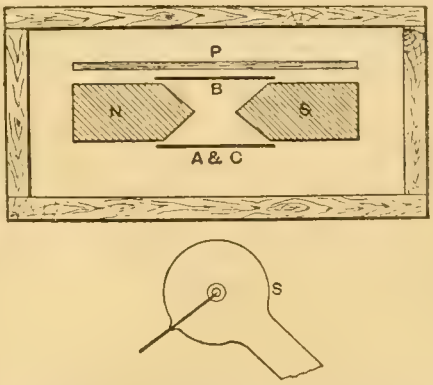


Fig. 1. — *Expérience de M. Robinson.* — (Au-dessous de la boîte est représentée la source radiante S, avec une cathode sphérique.)

coïncidence était parfaite. Par suite, l'hypothèse d'un courant de particules électrisées est définitivement à rejeter; c'est ce qu'avait déjà fait certainement le Pr Röntgen lui-même.

[1] Il faut observer toutefois que, dans cette hypothèse, la phosphorescence produite par l'insolation émettrait des rayons de longueur d'onde plus courte que celle des rayons ultra-violets provenant du Soleil, ce qui serait en opposition avec la loi de Stokes.

[1] L'article de M. Raveau était mis en pages, lorsque lundi dernier, M. Becquerel a fait connaître à l'Académie des Sciences des expériences tendant à démontrer la réflexion et la réfraction des rayons X. — Dans cette même séance, M. Troost a montré que la blende phosphorescente développe des rayons X. NOTE DE LA DIRECTION.

I

Mais il faut noter que l'hypothèse d'un simple courant moléculaire — d'un courant non électrisé — reste admissible. La seule question est de savoir si un bombardement non électrisé pourrait produire les effets observés. En ce qui concerne l'impression des plaques photographiques, on pourrait admettre que cette impression résulte de la phosphorescence; mais il est douteux qu'un tel courant jouisse de la propriété d'exciter la phosphorescence.

Il ne faut pas oublier que le Dr Lenard a distingué deux classes dans ses rayons : les uns sont fortement déviés, les autres le sont peu. Et il est bien entendu que ces déviations ont été observées, non pas dans le vide où les rayons prennent naissance et où la déviation est un fait bien connu, — mais à l'extérieur du tube de Crookes, après que les rayons avaient été comme « filtrés » à travers la fenêtre d'aluminium. Toutefois, il n'a pas observé la déviation dans l'air à la pression ordinaire; il ne l'a observée que dans un air modérément raréfié; mais il a montré que la variation de la pression de l'air n'influait pas sur la valeur de la déviation magnétique minima, mais seulement sur la netteté du phénomène. Ce qui influe sur la *valeur* de la déviation, c'est la variation de la raréfaction dans le tube qui sert à la *production* des rayons.

L'hypothèse qui se présente d'elle-même est donc que les particules fortement chargées, qui émanent de la cathode, abandonnent la plus grande partie de leur charge en atteignant la fenêtre d'aluminium, et que les particules qui, au dehors, continuent leur course, sont moins chargées; certaines d'entre elles ont peut-être perdu toute leur charge. Ces dernières ne seraient pas aptes à exciter la phosphorescence; c'est pourquoi Lenard ne les aurait pas vues : il aurait seulement observé celles qui avaient pris ou conservé une faible charge, et celles-là étaient déviées.

Il est donc permis de se demander encore si les rayons découverts par le Pr Röntgen, qui ne sont nullement déviés, sont ceux qui ne présentent aucune trace de charge.

De plus, il faut noter que l'absence de déviation n'a été démontrée que dans l'air ordinaire, tandis que l'existence de la déviation par l'aimant n'a été établie que dans un air raréfié ; l'étude de ce point n'est pas terminée, tant qu'une nouvelle expérience n'aura pas été faite, par exemple, pour vérifier que les rayons de Röntgen ne sont pas déviés même dans un vide poussé assez loin.

C'est tout ce qui reste de l'hypothèse presque morte de la matière radiante (morte seulement, bien entendu, en ce qui concerne l'espèce particulière de rayons étudiés par le Pr Röntgen; et encore n'est-elle pas réellement morte, mais seulement dans un état de vie latente. Je n'ai nullement abandonné l'hypothèse d'un bombardement de particules non chargées).

II

On semble admettre, généralement, qu'il ne reste qu'une seule hypothèse possible, celle de l'existence d'ondulations. En fait, on n'a nullement établi la nécessité d'une perturbation périodique se propageant avec une vitesse finie; mais l'excitation de la fluorescence et la production des actions chimiques suggèrent l'idée d'un mouvement périodique dont la fréquence ne serait pas tout à fait hors de proportion avec celle des vibrations moléculaires.

Admettons donc que ces faits nous conduisent, avec vraisemblance, à chercher la cause des rayons de Röntgen dans une perturbation quelconque de l'éther. La première question qui se pose est de savoir si cette cause est de la nature d'une *lumière* ou d'un *son* de l'éther? Est-ce une de ces vibrations transversales ou électriques qui obéissent aux équations de Maxwell, ou est-ce un mode de perturbation longitudinale qu'on ne peut exprimer qu'en modifiant ou en généralisant ces équations?

Partant du principe qu'il faut discuter l'hypothèse la plus simple jusqu'à ce que son insuffisance ait pu être démontrée, il est nécessaire de rechercher à quoi peut servir l'hypothèse de vibrations transversales ou électriques. La principale difficulté est ici la transparence des *conducteurs*. Ils devraient être opaques aux ondes de Maxwell, c'est-à-dire à toute espèce de *lumière*. Mais déjà la transparence de l'or en feuilles a présenté, comme l'on sait, une légère difficulté du même ordre, et l'on a montré qu'en admettant des interstices ou défauts d'homogénéité, c'est-à-dire une structure dont le grain ne soit pas infiniment fin par rapport à la grandeur des ondes lumineuses, on peut tourner la difficulté d'une façon plus ou moins satisfaisante. Pourquoi ne pas admettre que ces nouvelles ondes soient beaucoup plus courtes que celles que nous connaissons jusqu'ici? Pourquoi ne pas admettre qu'elles soient exactement de l'ordre de grandeur des atomes eux-mêmes? En réalité, si les fréquences sont comparables, les dimensions le sont aussi, dans le cas des ondes transversales, car la seule vitesse de propagation que puissent présenter ces ondes dans l'éther est connue avec précision. Il y a beaucoup à dire en faveur de cette hypothèse ; c'est ce qui ressort de l'importance qu'y attachent à la fois le Pr Schuster et le Pr Fitzgerald. Entres autres arguments qu'on

peut invoquer en sa faveur, voici les suivants :

Les oscillations électriques dans les conducteurs peuvent, comme l'on sait, exciter des ondes lumineuses ; on peut s'attendre à ce que les oscillations ou les mouvements brusques des atomes donnent naissance aux mêmes effets ; mais la lumière visible ne se produit pas de cette façon. La lumière visible semble être due à quelque chose qui ressemblerait plus aux vibrations sonores des atomes, comme s'ils étaient des cloches ou des plaques qu'on frapperait pour les mettre en vibration. Des cloches et des plaques de dimensions atomiques vibreraient à la fréquence voulue, c'est-à-dire exécuteraient de 400 à 800 millions d'oscillations par seconde.

Mais les vibrations électriques ou hertziennes de la charge d'un conducteur grand comme un atome seraient infiniment plus rapides ; elles ne seraient plus déterminées par la vitesse du *son* à travers les atomes, mais par la vitesse de la *lumière*, qui est à peu près 100.000 fois plus grande. Par suite, comme on l'a souvent fait observer, les vibrations électriques des atomes seraient trop rapides pour produire de la lumière ; cependant elles doivent, semble-t-il, prendre naissance à la suite de perturbations violentes des atomes, quand ceux-ci sont brusquement chargés et déchargés : si ces oscillations se produisent, des ondes transversales sont émises. Pourquoi ne constitueraient-elles pas les rayons de Röntgen ?

Nous pouvons, sans crainte, laisser l'hypothèse de lumière ultra-ultra-violette extra-rapide aux mains de ceux qui la défendent. Le grand avantage qu'elle offre est de n'utiliser aucune propriété nouvelle ou inconnue de l'éther, bien plus, d'utiliser une perturbation dont l'existence, encore qu'elle n'ait pas été démontrée, doit être considérée comme très probable, tant qu'on n'aura pas fourni d'argument décisif en sens contraire. Il est inutile d'insister sur la haute probabilité des arguments qui militent en faveur de cette hypothèse. Les objections qu'on pourrait lui faire viendront incidemment dans ce qui suit.

III

Nous arrivons maintenant à la dernière hypothèse, celle qu'a émise le Pr Röntgen, celle qui est appuyée sur la haute autorité du Pr Boltzmann, celle qui, on peut l'admettre sans témérité, ne semble pas inacceptable à Lord Kelvin [1], — c'est-à-dire l'hypothèse du son de l'éther ou des vibrations longitudinales dans l'éther. Les seuls faits qu'on ait jusqu'ici pu expliquer par un mouvement longitudinal et une compressibilité de l'éther sont la gravitation et la cohésion. Newton lui-même a montré qu'une pression ou une tension de l'éther rendrait compte de la gravitation. Nous ne savons rien de ces propriétés, et l'on ne peut admettre sans difficultés que le milieu ultime qui remplit l'espace puisse être réellement incompressible. En fait, on peut expliquer la gravitation et la cohésion sans admettre nécessairement que l'éther soit compressible ; mais l'éther doit être compressible ou se conduire comme un corps compressible, s'il propage une perturbation périodique ou un choc avec une vitesse finie.

Admettons, pour le moment, que l'éther présente une faible compressibilité, quelleque soit sa nature, et considérons ce qui va se passer dans un tube dont le vide a été poussé très loin et qui pourrait exciter des ondes longitudinales dans ce milieu. Nous avons dans le tube à vide un torrent violent d'atomes qui frappent le verre. Supposons que le vide atteigne environ 10^{-6} atmosphère — ce qui est, semble-t-il, le degré requis pour obtenir de bons effets — ; la distance entre les atomes qui restent dans cet espace est cent fois plus grande que dans l'air ordinaire et mille fois plus grande que dans les liquides ; elle atteindra environ 10^{-5} cm., c'est-à-dire que chaque point du verre recevra cent mille chocs par centimètre de longueur du flux qui tombe sur lui. Mais la vitesse des rayons de cathode a été mesurée directement par M. J. J. Thomson et elle est de l'ordre de 10^{7} cm. par seconde. Le tube sera frappé en moyenne, en chaque 10^{12}, ou un billion de fois par seconde, par le seul mouvement des atomes chargés négativement. Nous avons pu facilement, dans cette évaluation, nous tromper d'un facteur 10, il est facile aussi d'admettre que certains points reçoivent dix fois plus de chocs, puisque notre estimation n'est qu'une moyenne. Nous arrivons ainsi à une fréquence qui atteindra, dans certains cas, celle des vibrations lumineuses ; progressivement le verre s'échauffera, mais il émettra de la lumière.

Il est tout à fait inutile, probablement, de faire appel à cette rapidité du bombardement pour expliquer la fluorescence visible ; mais cette rapidité présente de l'intérêt parce que, dans tout milieu compressible, des perturbations périodiques aussi rapides ne peuvent guère se produire sans provoquer la formation d'ondes sonores d'une espèce quelconque.

Mais, en outre, les atomes eux-mêmes sont, on le sait, élastiques et ont des périodes vibratoires définies comme des plaques ou des cloches ; c'est ce qui résulte de l'examen de leur spectre ; les chocs auxquels ils sont soumis doivent donc vraisemblablement être de nature à produire en eux des vibrations ou des trépidations, dont la fré-

[1] Voyez l'article suivant de Lord Kelvin page 258.
NOTE DE LA DIRECTION.

quence serait suffisante pour provoquer l'émission d'ondes lumineuses dans un éther électromagnétique, si les atomes étaient chargés. Si ces mouvements se produisent dans un éther qui ait quelque analogie avec un fluide compressible, comment pourraient-ils ne pas donner naissance également à des ondes mécaniques ou sonores?

On ne peut rien savoir de certain touchant la longueur ou la vitesse de ces ondes dans l'éther tant qu'on n'aura pas réalisé une expérience d'interférence ou de diffraction, mais on peut admettre que l'ordre de grandeur de la fréquence est le même que pour les vibrations lumineuses, soit 10^{15} par seconde ou plus. Le seul moyen actuel de se faire quelque idée de la longueur d'onde est d'étudier : 1° la netteté des ombres, 2° l'épaisseur de chaque milieu pratiquement opaque.

Plus l'onde est longue, plus les corps deviendront transparents, parce que l'amortissement des ondes est toujours logarithmique et qu'il faut un certain nombre de périodes ou au moins une fraction notable de période pour qu'un amortissement sensible se produise. Une onde d'un yard de longueur ne peut guère être arrêtée notablement par un obstacle d'un pouce d'épaisseur. Tant qu'on ne connaît pas l'amortissement, on ne peut faire aucune évaluation numérique, mais on peut tirer des conclusions plus précises de la netteté des ombres. Prenons une source ponctuelle et étudions le contour de l'ombre d'un objet maintenu à une distance modérée de l'écran ou de la plaque positive. Il ne se produit pas d'ombre nette si les dimensions de l'obstacle sont comparables à la longueur d'onde, quand l'obstacle est petit ou si la distance à la plaque est de plusieurs longueurs d'onde, quand l'obstacle est grand. En effet, dans la théorie ondulatoire, les ombres sont dues à des interférences et les effets de la diffraction sont prononcés même quand un défaut de précision de la part de la source empêche la production de franges de diffraction un peu nettes; ces franges donneraient non seulement une indication sur la longueur d'onde, mais encore permettraient de la mesurer. Bref, on peut espérer que cette méthode nous fournira une évaluation de la longueur d'onde. M. A. W. Porter a obtenu, au laboratoire du Professeur Carey Foster, les radiographies les plus nettes que j'aie encore vues, et il a toutes chances d'en tirer les données d'une estimation. Admettons, pour le moment, qu'une longueur d'onde de 1 centimètre ne soit pas improbable; la vitesse des ondes longitudinales hypothétiques serait de l'ordre de 10^{15} centimètres, par seconde, ou plus, c'est-à-dire qu'elle serait à la vitesse de la lumière ce que celle-ci est à la vitesse du son.

A ces ondes, si elles existaient, on pourrait donner raisonnablement le nom d'ondes de gravitation, car si la gravitation n'implique pas la propagation d'une onde, mais seulement un état de déformation statique ou de tension, cependant la vitesse que nous venons de calculer serait celle de la propagation de la tension qui accompagnerait la création d'une masse matérielle ou probablement un mouvement suffisamment rapide d'une masse déjà existante. Ce mouvement paraîtrait apte à produire des effets d'aberration, mais ces questions d'aberration sont, comme on sait, hérissées de difficultés, et, si j'y fais allusion ici, c'est simplement parce qu'il est douteux que la difficulté soulevée par Laplace fût sensible en Astronomie si la gravitation se propageait un million de fois plus vite que la lumière. L'impulsion du Soleil nous arriverait dans le temps que la lumière met à parcourir 92 milles, c'est-à-dire presque instantanément, ou, en d'autres termes, l'angle d'aberration terrestre dû à la gravité n'atteindrait que la cent millième partie d'une seconde d'arc.

Mais que penser de l'expérience de Cavendish, Faraday, Maxwell, cette expérience qui doit démontrer l'incompressibilité de l'éther, la loi de l'inverse du carré des distances en Electrostatique, ou l'impossibilité de l'existence d'une charge électrique isolée? On ne peut assigner une valeur à l'élasticité que devrait avoir l'éther pour transmettre des ondes de condensation avec la vitesse calculée précédemment, si nous ne connaissons pas sa densité. Le docteur Lennox a montré qu'il y a des raisons de supposer que la densité de l'éther est la même que celle du platine. S'il en est ainsi, et si la vitesse des ondes longitudinales est de 10^{15} C. G. S., la compressibilité doit être inférieure à 10^{30} C. G. S, c'est-à-dire trop petite pour qu'aucune expérience puisse la déceler.

Si nous indiquons ces faits, c'est dans le but d'inspirer cette conviction que rien, dans l'état actuel de nos connaissances, ne s'oppose absolument à l'existence d'ondes longitudinales dans l'éther; mais il reste à prouver que les rayons de Röntgen sont bien des ondes de cette sorte. Si nous admettons qu'il y ait propagation d'une onde, quelle qu'elle soit, tout argument contre les ondes transversales est en faveur des ondes longitudinales, et *vice versa*.

IV

Ce qui a amené Röntgen à croire à l'existence d'ondes longitudinales est le fait que les propriétés des cristaux ne jouaient aucun rôle; par exemple, le spath d'Islande et le quartz ont une transparence et une opacité indépendantes de l'orientation. Mais on conviendra qu'une pareille preuve n'a pas grande valeur. Si la tourmaline est trans-

parente aux rayons de Röntgen, qui se propagent suivant son axe, la preuve sera meilleure, et j'ai vérifié moi-même que tel est bien le cas. J.-J. Thomson a trouvé également que deux tourmalines superposées, taillées comme d'ordinaire, présentent la même transparence quand leurs axes sont croisées ou parallèles, ce qui est une preuve excellente. On n'a encore rien observé qui fasse croire à une polarisation quelconque, ce qui est en opposition avec l'hypothèse des ondes transversales et en faveur des ondes longitudinales.

Mais l'argument le plus puissant en faveur des ondes longitudinales réside dans ce fait que les rayons déchargent des corps électrisés. Lenard l'a observé; J.-J. Thomson et moi, nous avons obtenu facilement cet effet en opérant comme Röntgen; mais ce qu'il y a de particulier, c'est que, contrairement à la lumière, l'action de ces rayons est à peu près indépendante du signe de l'électricité.

Elster et Geitel ont montré que, quand la lumière polarisée décharge une surface bien unie, l'action est la plus énergique lorsque l'oscillation électrique, au lieu d'être tangentielle, a une composante normale à la surface, en d'autres termes, lorsque la composante longitudinale de la lumière ordinaire est, de beaucoup, la plus active dans la décharge de l'électricité.

M. Robinson croit avoir observé le même fait en ce qui concerne l'excitation de la fluorescence; cette observation a de l'importance, si elle est exacte, mais l'étude n'est pas encore achevée. Si le fait se confirme, les deux propriétés connues des rayons de Röntgen sont caractéristiques des vibrations normales à l'onde.

Quant à l'action photographique ou *radiographique*, elle est trop lente et trop défectueuse jusqu'ici pour avoir l'air d'un effet primaire direct; mais il semble, là encore, que l'épaisseur des couches facilite l'action.

Un autre fait qui donne aux rayons de Röntgen l'air de tenir à la gravitation est qu'ils semblent dépendre du poids spécifique ou de la densité ordinaire plus que de tout autre propriété de la matière. On peut le dire sans conclure que l'opacité et la densité soient rigoureusement proportionnelles. En tout cas, les propriétés électriques de la matière ne semblent jouer aucun rôle : le poli ou la rugosité, la cohérence et la pulvérisation d'une masse, sont tout un pour ces ondes, aussi bien que pour la gravité.

La direction dans un cristal n'influe pas, non plus que la forme ; un prisme d'aluminium ne les dévie pas; elles ne peuvent être réfractées ni réfléchies d'une façon appréciable. Si l'on trouve que l'état physique est également sans importance et que les molécules exercent la même absorption, qu'elle que soit la structure, que le corps soit solide, liquide ou gazeux, on aura une nouvelle preuve en faveur de la même hypothèse.

Un vaste champ s'ouvre donc à l'expérience. Plusieurs semaines suffiront peut-être à établir notre conviction dans l'une ou l'autre des voies déjà indiquées, ou bien nous pourrons nous trouver contraints, par des faits nouveaux, de suivre quelque autre direction à laquelle nous n'avions pas encore pensé.

Pour conclure, rappelons que Lenard, Hertz, Goldstein et les savants allemands en général (sauf Helmholtz, l'exception a son importance) ont toujours soutenu que les rayons cathodiques sont quelque chose de plus qu'un flux de particules, dans le cas où ce flux existerait; Lenard l'a prétendu pour ses rayons extérieurs dans l'air; Hertz, je crois, l'a prétendu pour les rayons se propageant dans le vide. Il se peut qu'il y ait un flux de particules, mais il se peut aussi qu'il se passe quelque chose dans l'éther. A l'extérieur des tubes, dans les rayons de Lénard, il est possible que les deux phénomènes coexistent, l'un étant déviable par l'aimant sans que l'autre le soit. L'existence des deux phénomènes dans le vide est peu vraisemblable ; J. J. Thomson a exposé une plaque protégée aux rayons eux-mêmes dans le vide et n'a obtenu aucun résultat. Il semble que les particules mobiles seules ne puissent produire l'action.

Si le Soleil émettait des rayons qui pussent impressionner les plaques photographiques à travers les boîtes ou les sacs, ou même à travers le papier noir, tous les photographes touristes le sauraient ; mais, si les rayons de cathode seuls n'ont pas d'action directe, sans l'intervention d'une substance phosphorescente, l'absence d'une action directe du Soleil ne prouverait nullement que les rayons émis par la couronne ne sont pas électriques, bien qu'elle semble condamner une méthode qu'on a proposée pour obtenir facilement l'image photographique de la couronne[1].

Oliver J. Lodge,

Membre de la Société Royale de Londres.
Professeur de Physique à *University-College* (Liverpool).

[1] *The Electrician*, n° 925 de 1896.

537,53

EXPÉRIENCES A TENTER

SUR LES RAYONS DE RŒNTGEN

Dans des *Leçons* professées à Baltimore en octobre 1884, où j'ai abordé la question, aujourd'hui à l'ordre du jour, de la vitesse de propagation de la force électrostatique, je donnais l'exemple de deux sphères de métal très éloignées l'une de l'autre, dont les électrisations opposées varient périodiquement, étant entretenues par un fil qui les réunit, ou par une dynamo à courants alternatifs.

Considérons quatre sphères de métal, A, B, *c*, *d*,

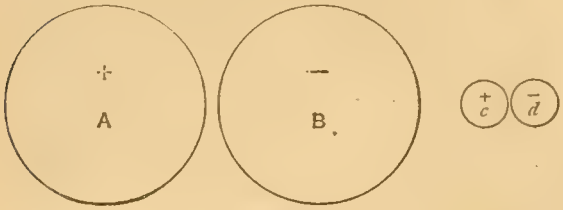


Fig. 1.

dont les centres soient en ligne droite; leurs rayons et leurs distances sont donnés par la figure 1. Supposons qu'elles soient d'abord toutes les quatre électrisées, A et *c* positivement, B et *d* négativement, et que les charges de *c* et de *d* soient telles que l'influence de B et de A soit la seule cause qui empêche la production de l'étincelle. Rapprochons graduellement la sphère A de la sphère B, jusqu'à ce que l'étincelle jaillisse entre elles. L'étincelle, qui jaillit entre *c* et *d* se produira-t-elle exactement au même instant ou un peu plus tard? Il ne semble pas facile de répondre par l'expérience à cette question; mais le souvenir de l'admirable ingéniosité qu'a manifestée Hertz en trouvant le moyen de répondre à des questions connexes nous interdit de désespérer d'avoir jamais la réponse à celle-ci.

La théorie qui considère l'éther comme un solide élastique donnera une différence de temps infiniment petite entre les deux étincelles, si l'on introduit la restriction de l'incompressibilité (qu'expriment les formules de Maxwell). Si l'on supprime cette restriction, la théorie donne pour le retard une quantité qu'on peut déduire de la vitesse de l'onde de condensation.

Mais je sens que c'est abuser des mots que de parler d'une théorie de l'électricité et du magnétisme basée sur la considération d'un solide élastique, tant que personne n'a, jusqu'ici, montré comment on trouverait, dans un solide élastique, quelque chose d'analogue à l'attraction mutuelle de la cire frottée et d'un petit morceau de papier, ou à celle d'un morceau de fer et d'un aimant naturel ou artificiel. Le solide élastique (ou une analogie mécanique définie) est cependant nécessaire à la théorie ondulatoire de la lumière et des ondes électriques et magnétiques. La connaissance exacte des propriétés d'un solide élastique réel, enseignée par l'observation et l'expérience, aidées des mathématiques, nous suggère des idées et nous guide vers une théorie générale qui renfermera la lumière (ancienne et nouvelle), l'ancienne et la nouvelle science électrique et l'ensemble de l'électro-magnétisme.

Considérons, maintenant, les quatre conducteurs ci-dessus, donnant naissance à des ondes de l'éther dont la perturbation suivant la ligne des centres est essentiellement longitudinale. A toute distance finie de cette ligne, il peut y avoir aussi des ondes de laminage ou de distorsion, du type de celles qui figurent dans les équations de Maxwell. Le but de ma présente communication est d'indiquer un dispositif dans lequel un espace notable soit traversé par des perturbations analogues à une pression, c'est-à-dire par des ondes essentiellement longitudinales ou par des vibrations de condensation et de raréfaction; il n'y aura d'ondes de laminage que dans une proportion très faible, elles seront pratiquement évanescentes.

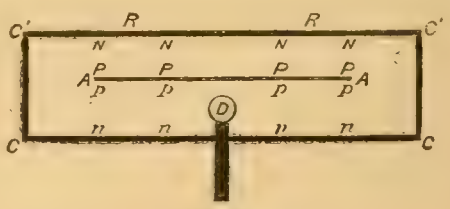


Fig. 2.

Soit AA (fig. 2) une lame de métal plane et circulaire, isolée à l'intérieur d'une boîte métallique CCC'C', et D un conducteur qui puisse être amené en contact avec A.

Supposons d'abord A chargé, positivement par exemple, comme l'indiquent les lettres PP *pp*; NN *nn* représentent l'électricité négative induite. Déplaçons le conducteur D jusqu'à ce qu'une étincelle passe. Qu'en résultera-t-il dans l'espace qui sépare AA de RR? Suivant que l'éther sera incompressible ou compressible, la force électrique commencera à diminuer rigoureusement au même instant en tous les points, ou bien des ondes

électriques de déplacement presque exclusivement longitudinal se propageront.

Si donc la théorie des ondes longitudinales, en faveur de laquelle Röntgen a fait valoir des arguments de grand poids, est vraie, il semble probable qu'une plaque photographique sensible, placée entre AA et RR, serait impressionnée comme le sont les plaques sensibles par les rayons de Röntgen. Une machine de Wimshurst ou une bobine d'induction, disposée de façon à charger continuellement AA avec une grande rapidité, pour produire une succession d'étincelles excessivement rapide entre D et A, peuvent fournir un résultat observable. En faisant l'expérience, il faudrait se préserver avec soin contre la lumière des étincelles et empêcher qu'une illumination générale de la boîte ne causât une action photographique ordinaire sur la plaque sensible.

On peut modifier la disposition en faisant le couvercle RR d'une feuille d'aluminium d'environ un millimètre d'épaisseur, et plaçant la plaque photographique ou la substance phosphorescente sur la face extérieure du couvercle ou en un point quelconque au-dessus. Dans le cas d'une plaque photographique, il faudrait évidemment la recouvrir de métal ou de bois pour supprimer toute lumière extérieure ordinaire. Cette disposition permettra d'augmenter la distance explosive en D jusqu'à ce que l'étincelle passe de préférence entre AA et le couvercle d'aluminium RR. La transparence de l'aluminium à la lumière de Röntgen permettra une impression de la plaque photographique.

La nouvelle photographie, d'après ce qu'on sait généralement jusqu'ici, n'a été encore réalisée qu'à l'aide de lumière produite par une action électrique dans le vide ; mais ce vide n'est pas essentiel pour la production de la lumière de Röntgen ; c'est du moins ce qui semble résulter d'une expérience de Lord Blythswood, décrite par lui à la séance du 5 février de la Société philosophique de Glasgow. Il a présenté une plaque photographique sèche avec une impression parfaitement nette, obtenue en la plaçant à l'intérieur de son châssis à négatifs, enroulée plusieurs fois dans du velours noir et maintenue en face de l'espace qui sépare les électrodes de sa puissante machine de Wimshurst, mais en dehors du trajet de la décharge. Dans ce cas, l'action photographique était due, peut-être totalement et à coup sûr en partie, à des étincelles électriques ou à des aigrettes jaillissant à l'intérieur du châssis, qui était, comme d'ordinaire, fait d'acajou avec charnières et monture métalliques. Je lui ai suggéré l'idée de répéter ses expériences avec une boîte d'aluminium complètement close, au lieu d'un châssis photographique ordinaire, sans l'envelopper de drap noir. La boîte métallique entièrement fermée sera une garantie parfaite contre toute étincelle ou toute aigrette intérieure [1].

Si la disposition que je suggère actuellement donnait un résultat photographique satisfaisant, ou si elle fait apercevoir une illumination visible d'une matière phosphorescente placée en un point quelconque entre AA et le couvercle ou au-dessus de ce couvercle d'aluminium, l'hypothèse de Röntgen serait vérifiée. Mais l'insuccès de l'expérience ne prouverait rien contre cette hypothèse. L'action électrique, même quand l'étincelle se produit en un point aussi rapproché du champ de l'action cherchée que l'est D dans la disposition précédente, peut n'être pas assez brusque, ni assez violente pour produire des ondes longitudinales ou des vibrations de condensation suffisant à impressionner une plaque photographique ou à produire une phosphorescence visible [2].

Kelvin,

Ancien Président de la Société Royale de Londres.
Professeur de Philosophie naturelle
à l'Université de Glascow.

[1] L'expérience a été faite; on en a lu le résultat dans l'article de M. Raveau. NOTE DE LA DIRECTION.

[2] Communication à la Société Royale de Londres.

652

LES RÉCENTES ÉTUDES

SUR LES FAUNES LES PLUS ANCIENNES

J'ai exposé ici même [1], il y a cinq ans, comment la faune dite « primordiale » pouvait être considérée non comme une faune à son apparition, mais comme offrant les indices d'une évolution très avancée. Je m'étais appuyé sur ses caractères paléontologiques. De plus, j'avais expliqué par le métamorphisme le voisinage des premières couches fossilifères et des roches cristallophylliennes. De récents travaux sont venus confirmer cette manière de voir, et je crois intéressant de les résumer brièvement.

Ainsi que je l'ai déjà dit, les premiers sédiments dans lesquels apparaissent des restes de fossiles

[1] La faune primordiale est-elle la plus ancienne? *Revue générale des Sciences*. — 15 décembre 1891.

constituent le terrain cambrien. Ce terrain se divise en trois étages caractérisés chacun par une faune trilobitique spéciale. Dans l'étage inférieur ou Géorgien sont cantonnées les formes du genre *Olenellus;* puis vient l'Acadien, où prédomine le genre *Paradoxides;* enfin, le Potsdamien renferme les représentants du genre *Olenus*.

Ces trois étages, avec leurs faunes spéciales, se retrouvent dans la partie septentrionale de l'Europe aussi bien que de l'Amérique du Nord. Peut-être une pareille succession existe-t-elle également dans la région méditerranéenne de l'Europe où le Cambrien a été reconnu; mais les études n'y ont pas été poussées assez loin pour qu'il soit possible de se prononcer à cet égard. Néanmoins la constance de superposition de ces trois faunes dans la région septentrionale nous permet d'être affirmatif quant à leur ordre de succession. Aussi la découverte de toute faune nouvelle[1] dans le Cambrien est-elle faite pour nous surprendre et surtout pour nous intéresser d'une façon toute spéciale.

M. G. F. Mathew de Saint-John (Nouveau-Brunswick), à qui l'on doit déjà tant de beaux travaux sur le Cambrien de l'Amérique du Nord, vient d'étudier une faune nouvelle caractérisée par la présence de Trilobites appartenant au genre *Protolenus*. Depuis quelques années déjà, on avait recueilli, dans la pointe N.-E. de l'Amérique, des fossiles paléozoïques dont la position stratigraphique, comme les caractères paléontologiques, avaient passé inaperçus. Grâce à M. Matthew, qui en a repris l'étude, il est bien établi que ce n'est pas la faune à *Olenellus;* par sa position stratigraphique, d'ailleurs encore mal connue, elle pourrait en être synchronique, mais alors elle correspondrait à un facies spécial. Peut-être serait-ce une faune encore plus ancienne?

Voici, d'ailleurs, quelques-uns des caractères généraux de cette faune, tels que M. Matthew les a résumés lui-même. Tous les Trilobites qu'on y a rencontrés ont des yeux formés par une simple bande visuelle, ce qui semble être un caractère d'ancienneté, puisque postérieurement au Cambrien, on ne connaît plus dans les Trilobites d'yeux ainsi organisés. Ce fait que tous les Trilobites de la zone à *Protolenus* ont les yeux constitués de même, indique une différenciation moindre entre tous les genres qu'on y rencontre, que celle qui existe le plus souvent entre les formes d'une même faune. De plus, plusieurs espèces semblent présenter des caractères embryonnaires de formes que l'on connaît dans des horizons plus récents. Tel est le cas pour les *Micmacca*, qui seraient les ancêtres des *Zacanthoides* de la zone à *Olenellus*. Certaines formes de *Protolenus* rappellent à la fois les *Ptychoparia* par leur plèvres et les *Solenopleura* par leurs glabelles; ces derniers genres seront représentés par un grand nombre de formes dans l'Acadien.

Un caractère d'ancienneté relative serait tiré encore des dimensions assez grandes des représentants des genres *Ellipsocephalus* et *Protolenus* qui s'y rencontrent; tandis que, dans les niveaux plus récents, les formes de ces mêmes genres ont une taille bien inférieure. Il en serait de même pour les Ostracodes dont les dimensions vont aller en se réduisant aux époques suivantes.

Cette faune présente encore d'autres caractères qui, pour M. Matthew, indiqueraient un habitat pélagique. Les Gastropodes comprendraient des formes de la famille des *Hyolitidæ;* il y aurait même un Hétéropode de haute mer appartenant au genre nouveau *Pelagiella*. Les Foraminifères se rapporteraient aux genres *Orbulina* et *Globigerina*, qui vivent actuellement à de grandes profondeurs. De plus, les Polypiers et les Spongiaires sont rares.

Cette faune, à la fois ancienne et de haute mer, est, d'ailleurs, bien distincte de celle à *Olenellus;* elle ne présente pas, notamment, l'association de genres de Trilobites qui caractérise cette dernière.

L'ensemble de tous ces caractères ne suffit pas pour affirmer l'antériorité de la faune à *Protolenus* par rapport à celle à *Olenellus;* mais, au cas où elle ne serait pas plus ancienne et où elle correspondrait bien à un faciès pélagique, elle offrirait encore le grand intérêt de montrer qu'à l'époque cambrienne, il y avait non seulement une faune boréale et une faune méditerranéenne, ainsi que nous l'avons déjà dit dans notre premier article, mais encore des faunes correspondant à des faciès différents. Cette nouvelle notion viendrait à l'appui de ce que nous avons dit relativement à l'évolution qu'aurait subie une faune antérieure à la faune cambrienne.

En même temps que M. Matthew étudiait cette nouvelle faune, M. Barrois[1] découvrait, dans les schistes de Lamballe, en Bretagne, à un niveau inférieur à la série cambrienne, des traces de Radiolaires. M. Cayeux, qui a poussé très loin leur étude micrographique, y a reconnu, en plus, des traces de Spongiaires et de Foraminifères.

D'après ce même auteur[2], les Radiolaires de Bretagne appartiennent aux deux groupes des *Spumellaria* et des *Nassellaria*, déjà connus pour être les plus anciens. Parmi les premiers, ce sont les *Cenosphæra*, les plus simples des Radiolaires,

[1] *The Protolenus Fauna.* Trans. New-York Ac. of Science, t. XIV p. 101, 1895.

[1] *Comptes rendus*, Ac. Sc., t. CXV (1892), p. 327.

[2] Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e s., t. XXII, p. 197.

qui sont les plus abondants ; ce genre existe encore, et il est représenté par plus de trente espèces dont l'habitat est très variable. Mais ce serait, au dire d'Hœckel, la forme souche du groupe des *Sphæroidea;* il y aurait donc, dans cette faune, des types ancestraux. Mais, à côté, dans les mêmes souches, se trouveraient d'autres Radiolaires déjà très différenciés, témoignant d'une évolution avancée, comme c'est le cas pour certains *Sphæroidea*. Parmi les espèces précambriennes de Lamballe, il y en a plusieurs qui vivent encore, mais à de grandes profondeurs. C'est là un fait qui avait été déjà signalé par MM. Rüst et Hinde, pour les Radiolaires paléographiques, et qui montre la persistance des organismes les plus simples.

Les mêmes couches de Lamballe renferment encore des spicules appartenant aux quatre ordres d'Éponges siliceuses actuellement vivants [1]. Enfin, M. Cayeux a cru reconnaître, dans des organismes de forme sphérique, des Foraminifères multiloculaires [2] qui, pour lui, seraient déjà très évolués.

Comme conclusion de ses travaux sur les Protozoaires du Cambrien de Lamballe, M. Cayeux est amené à admettre que les faunes de Radiolaires, de Spongiaires et de Foraminifères de ce niveau témoignent d'un tel degré de développement, qu'elles ne peuvent être les formes les plus anciennes ; elles aussi sont le résultat de l'évolution de faunes antérieures plus simples.

La série précambrienne de Bretagne renferme encore dans les lentilles calcaires des débris de tiges d'encrines dont M. Barrois [3] a signalé l'existence depuis longtemps, mais dont il vient de préciser l'âge d'une façon définitive.

Il semble, d'après les travaux que nous venons d'analyser, que ce soit la Bretagne qui ait, jusqu'ici, présenté la faune la plus ancienne. On ne peut encore, en effet, être bien sûr que le niveau à *Neobulus*, rencontré par M. Nœtling [4] dans le Salt Range (Inde), soit inférieur aux couches à *Olenellus*. La faune en est d'ailleurs très pauvre et ne renferme aucune forme qui puisse donner quelque idée de ses caractères phylogénétiques, ni des conditions de milieu dans lesquelles elle a pu vivre.

En résumé, les découvertes paléontologiques récentes, loin de modifier les conclusions que j'avais émises il y a cinq ans, sont venues les confirmer.

Il en est de même pour ce que j'avais dit du métamorphisme. Le voisinage de la faune primordiale et des couches cristallophylliennes avait été invoqué à l'appui de l'opinion que cette faune était la plus ancienne, puisqu'elle se rencontrait pour ainsi dire dans les premières couches franchement sédimentaires. Les partisans du métamorphisme répondaient que la série cristallophyllienne ne devait pas être la première croûte produite par le refroidissement progressif de la Terre, mais qu'elle devait être constituée par une série de dépôts sédimentaires, transformés en roches cristallines sous l'influence d'agents encore mal connus (pression, chaleur, contact de roches éruptives). En conséquence, il aurait pu exister, dans ces terrains métamorphisés, d'autres faunes plus anciennes que la faune cambrienne, mais dont toute trace aurait disparu par suite de la cristallinité des assises. Or, j'ai constaté récemment, dans la Montagne-Noire [1], le passage par métamorphisme des schistes et calcaires cambriens à des gneiss, des micaschistes, des amphibolites et des pyroxénites ; M. Termier a montré, de son côté, que le métamorphisme pouvait atteindre les assises permiennes [2] et peut-être même les assises tertiaires [3].

Dès lors, comment douter qu'une bonne partie des sédiments précambriens aient pu être totalement métamorphisés, eux qui ont eu à subir tant de dislocations, et qui ont été traversés par tant de roches éruptives depuis l'époque de leur dépôt ?

Si notre conclusion est encore qu'il y a eu probablement bien des faunes avant l'apparition de celle que l'on considérait autrefois comme la plus ancienne, il nous faut aussi reconnaître que les preuves de plus en plus nombreuses de la généralité du métamorphisme viennent nous ôter toute espérance de pouvoir remonter bien haut dans la connaissance des êtres de la série paléontologique. Nous ne semblons donc accumuler tant de preuves de l'existence de faunes antécambriennes et de leur évolution, qu'au moment où nous nous rendons mieux compte que la faune précambrienne ou même cambrienne, suivant les points, pourrait bien être primordiale, ainsi que le pensaient nos prédécesseurs, mais seulement *de fait*. Cela ne veut pas dire cependant que nous n'ayons fait aucun progrès par rapport à eux, car c'est déjà une supériorité que de savoir pourquoi nous ne voyons pas plus loin.

J. Bergeron,
Professeur de Géologie à l'École Centrale des Arts et Manufactures, Sous-Dir. du Laboratoire de Géologie à la Sorbonne.

[1] *Annales Soc. géol. du Nord*, t. XXIII, p. 52.
[2] *Comptes rendus*, Ac. Sc., t. CXVIII, p. 1433. — *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXII, p. 116.
[3] Le calcaire de Saint-Thurial (Ille-et-Vilaine), *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXIII, p. 38.
[4] On the cambrian formation of the eastern Solt Range, *Records geol. Surv. of India*, vol. XXVII, pl. 3, p. 71, 1894.

[1] *Comptes rendus*, Ac. d. Sc. Séance du 9 Décembre 1895.
[2] *Bull. Services. Cartes Géol. de la Fr.*, n° 44, t. VII, p. 51.
[3] *Comptes rendus*, Ac. Sc., 1895. — *C. R.* des Séances de la Soc. Géol. Fr., t. XXIII, p. 202.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES NOUVEAUX TOUEURS A ADHÉRENCE MAGNÉTIQUE DE M. DE BOVET

On sait que depuis 1856 est immergée dans la Seine, une chaîne destinée au service du *touage*. Cette chaîne va actuellement de Montereau à Rouen, ce parcours total étant exploité par 3 compagnies distinctes.

Des bateaux à vapeur remorquant des convois de marchandises prennent appui sur cette chaîne pour remonter le courant, on les désigne sous le nom de toueurs. La chaîne simplement posée sur le lit du fleuve se relève pour passer sur le pont de chaque toueur; vers le milieu de la longueur de ce pont elle s'enroule sur un treuil mû par une machine à vapeur, et, à condition qu'il n'y ait pas de glissement, la rotation du treuil produit l'avancement du bateau.

Pour des raisons que nous allons indiquer, le défaut principal de ces bateaux provenait de la façon dont il avait fallu jusqu'ici construire le treuil de touage pour arriver à réaliser entre lui et la chaîne l'adhérence nécessaire. Il y a trois ans M. de Bovet, directeur de la *Compagnie du Touage de la Basse Seine et de l'Oise*, apportait à cette industrie un perfectionnement considérable en remplaçant ce système de treuil par une simple poulie aimantée. L'*Ampère*, construit sur les plans de l'inventeur et mis en service en 1893, fut le premier bateau de ce type.

Les essais en furent suivis avec d'autant plus d'intérêt qu'il y avait là, d'une part, la solution d'un problème fort intéressant pour l'industrie du touage et depuis longtemps à l'étude en Allemagne et en France, la réalisation d'un bateau à la fois toueur et remorqueur, et, d'autre part, la première application à la grosse mécanique de l'attraction magnétique.

Sans entrer dans des détails d'ordre un peu trop spécial, nous rappellerons que les toueurs des anciens systèmes portant 50 mètres de chaîne enroulée sur leurs treuils sont absolument rivés à cette chaîne. Ne la pouvant pas quitter, quand ils descendent, ils rencontrent les toueurs montants, et le croisement, de quelque façon qu'on le fasse, donne lieu à une opération qui ne laisse pas d'être dangereuse en temps de hautes eaux et qui est toujours laborieuse, surtout si chacun des toueurs remorque un convoi.

Comme, de plus, la descente d'un convoi derrière un toueur, quand le courant est rapide, est très difficile et peut devenir impraticable, les entreprises de touage en étaient venues, en général, à n'employer leurs toueurs qu'à la remonte. Ceux-ci descendaient à vide, s'employant uniquement à replacer la chaîne déviée par les convois montants, et laissant, à tout le moins, pour la conduite des bateaux avalants, la place libre à la concurrence des remorqueurs.

L'utilité de pouvoir rendre un bateau à volonté *toueur* ou *remorqueur* se conçoit dès lors facilement.

Fig. 1. — *Vue d'un toueur-remorqueur à adhérence magnétique.*

Elle ne consiste pas à améliorer le rendement des anciens appareils, rendement qui était déjà très bon mécaniquement ; mais elle aboutit à une utilisation infiniment meilleure d'un matériel donné en permettant de faire avec une seule chaîne un service à deux voies.

La solution du problème dépendait uniquement de la découverte d'un moyen permettant d'obtenir une adhérence suffisante entre le toueur et la chaîne, tout en n'ayant sur l'appareil de touage qu'une longueur de cette chaîne ne dépassant pas 3 à 4 mètres.

M. de Bovet a réalisé ce *desideratum* en employant comme organe principal de touage un électro-aimant circulaire de $1^{m},200$ de diamètre, sur lequel la chaîne fait 3/4 de tour, ce qui suffit à assurer une adhérence de 6.000 à 10.000 kilos, selon le degré d'usure de la chaîne [1].

Il est à remarquer que, si la force nécessaire pour provoquer le glissement entre la chaîne et la poulie

[1] La chaîne employée par la Compagnie de Touage de la Basse Seine pèse neuve $15^{k}500$ le mètre. Elle est retirée du service lorsque son poids descend à 9 kilos environ le mètre.

atteint, comme on le voit, un chiffre très élevé, celle qui peut produire l'arrachement normal d'une maille est, au contraire, très faible, 150 kilos environ. On peut dès lors décoller la chaîne de la poulie principale, au point où elle doit la quitter, en se servant d'un second galet aimanté très légèrement et d'où la chaîne, à son point de sortie, se détache d'elle-même en raison, justement, de cette faible aimantation. C'est proprement un procédé par approximations successives.

L'*Ampère*, sur lequel ces moyens ont été mis en usage pour la première fois, fait depuis trois ans un excellent service.

Dès le début, les résultats furent assez satisfaisants et le progrès réalisé assez important pour faire accorder à la Compagnie de Touage de la Basse Seine et de l'Oise la prolongation de concession qui lui était nécessaire afin qu'elle pût aborder la transformation

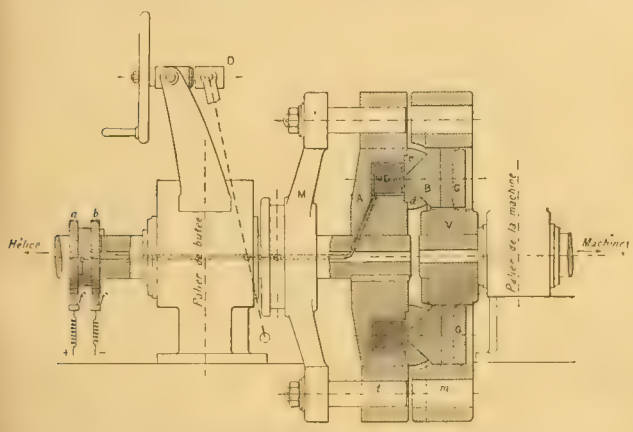


Fig. 3. — *Disposition d'ensemble du double embrayage de l'hélice.* — V, volant de la machine à vapeur; A, M, D, pièces de l'embrayage mécanique ordinaire; C, rainure circulaire de la pièce A, renfermant une bobine reliée aux prises de courant *a*, *b*, et portant les deux mâchoires *c*, *d*, de l'embrayage magnétique.

complète de son matériel. Cette transformation est en voie d'exécution : deux nouveaux toueurs-remorqueurs viennent d'être achevés et ont été, le 20 novembre dernier, l'objet d'essais inauguraux en présence d'un groupe de nombreux ingénieurs et électriciens. Le *Paris* et le *Conflans* fonctionnent d'après les mêmes principes que l'*Ampère*, mais présentent, par rapport à ce dernier, de nombreuses et très ingénieuses modifications sur lesquelles il nous paraît utile d'appeler l'attention. La figure 1 donne une vue d'ensemble de ces nouveaux bateaux.

La machine motrice principale actionne, à volonté, au moyen de deux embrayages, l'hélice qui sert pour le remorquage en descente, ou l'appareil de touage qui sert pour la traction, en remonte. La figure 2 donne la disposition schématique de l'ensemble de l'appareil de touage : A est la poulie principale de touage, excitée par un courant de 35 ampères au maximum, correspondant à 28.000 amp. tours; B est la poulie de décollement, qui arrache la chaîne de la poulie principale.

La transmission de mouvement de A à B se fait par deux roues dentées montées sur les arbres respectifs de ces poulies; ces roues existant, il n'en coûtait que peu d'en ajouter une troisième sur l'arbre de la poulie d'entrée C et de rendre ainsi cette dernière motrice. La poulie C peut alors être aimantée fortement, si en très grosses eaux on a besoin d'un supplément d'adhérence, ou très légèrement quand le toueur doit faire une assez longue marche en arrière pendant laquelle la poulie C joue le rôle de poulie de décollement.

Il est nécessaire, pour faire du touage avec des toueurs passant sur la chaîne toujours dans le même sens, de pouvoir conserver à bord momentanément et évacuer progressivement le mou qui se produit dans la chaîne au moment où on entre en courbe. Ce mou s'accumule dans le puits à chaîne D par l'action du frein magnétique en forme de gouttière placée en E et dont l'effet peut être réglé par la graduation du

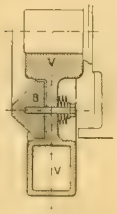


Fig. 4. — *Détail de l'embrayage magnétique.* — V, volant de la machine à vapeur; B, manchon mobile de l'embrayage.

courant qui lui est envoyé.

Au moyen d'un système de relèvement par vis sans fin, ce frein peut être mis juste sur la ligne de la chaîne, quand il doit agir, ou être abaissé de façon à réduire à rien le frottement dans la période où il n'agit pas.

Nous insisterons sur une innovation des plus heureuses, l'addition à l'embrayage mécanique de l'hélice d'un embrayage magnétique.

Quand le bateau marche sur l'hélice, cette dernière est embrayée à la façon ordinaire; la dynamo est stoppée et on n'a besoin d'aucun courant. Quand le

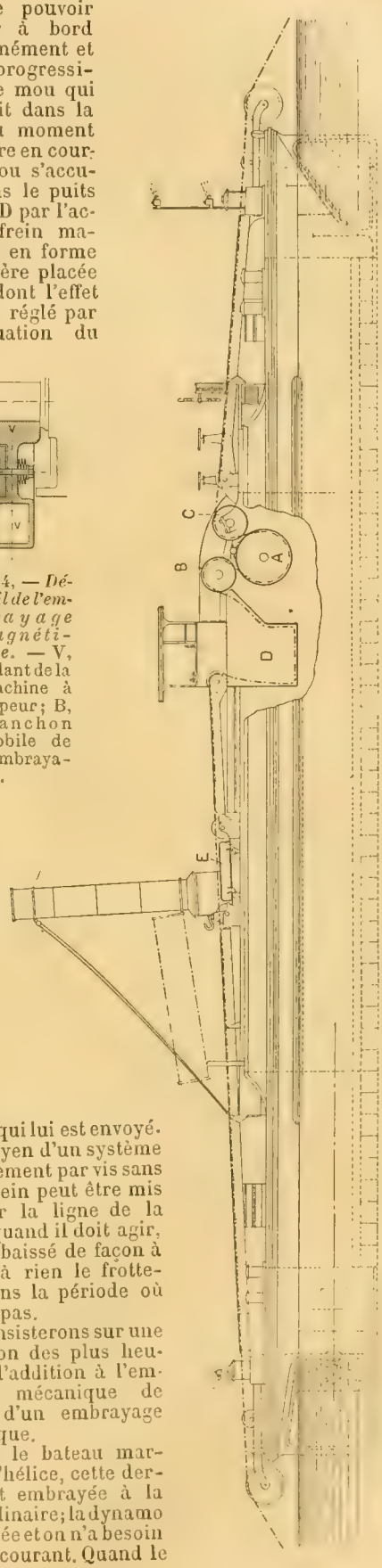


Fig. 2. — *Coupe longitudinale d'un bateau toueur-remorqueur à adhérence magnétique.* — A, poulie principale de touage; B, poulie de décollement; C, poulie d'entrée, pouvant fonctionner comme poulie de décollement dans la marche en arrière; D, puits à chaîne; E, frein magnétique.

bateau est sur la chaîne, l'embrayage mécanique est débrayé ; mais alors, soit qu'on veuille momentanément faire marcher l'hélice pour augmenter l'action du gouvernail arrière, soit que, la chaîne cassant, il faille vivement mettre l'hélice en marche pour tenir le convoi et éviter un désastre, il suffit au capitaine de tourner un bouton pour que, sans faire stopper la machine ni même avoir à prévenir le mécanicien, l'hélice soit embrayée.

La figure 3 indique la disposition d'ensemble du double embrayage de l'hélice. — V est le volant de la machine à vapeur. A l'extrémité de l'arbre de l'hélice on voit toutes les pièces de l'embrayage mécanique AMD, dans sa forme habituelle. Toutefois, la pièce A est évidée suivant une rainure circulaire C dans laquelle est placée une bobine de fil aboutissant aux bagues de prise de courant *a* et *b* et portant solidement fixées les deux mâchoires *c* et *d* de l'embrayage magnétique. Le manchon mobile de ce dernier est logé contre le volant de la machine, rappelé en arrière par quatre paquets de rondelles disposées comme l'indique la figure 4, et produisant l'entraînement, en cas d'aimantation, au moyen de deux tenons G (fig. 3), venus de fonte et entrant dans des fenêtres ménagées dans des renforcements du voile.

M. de Bovet a introduit sur ces bateaux une autre innovation des plus importantes : ce sont des *boulards*[1] spéciaux permettant l'usage comme remorques de cordes en acier minces et légères. Jusqu'ici on employait comme remorques pour atteler le convoi de très grosses cordes en chanvre d'un poids énorme (5k,500 le mètre) coûteuses et surtout très laborieuses à manœuvrer, aussi bien pour les hommes du convoi que pour l'équipage du toueur. Si, notamment, au démarrage, il se produit à la machine un à-coup brusque, ce qui est toujours à craindre, ces cordes lourdes absorbent, pour effacer leur flèche, une quantité énorme de force vive. Elles font volant et, à leur défaut, le toueur n'étant pas du tout dans le cas d'un remorqueur dont l'hélice peut barboter et devant avancer de la quantité de chaîne qu'il enroule, des remorques légères transmettraient aux péniches, d'ordinaire peu solides, un choc qui les casserait inévitablement.

Le boulard imaginé par M. de Bovet supprime cet inconvénient en faisant intervenir son élasticité propre et réglable à volonté.

Il se compose essentiellement, pour une remorque, d'un double tambour à gorge sur lequel elle vient s'enrouler. Ces deux tambours étant montés fous sur leurs axes sont maintenus par le moyen d'un frein à lame, dont la disposition particulière constitue l'originalité du système.

Comme on le voit sur la figure 5, les extrémités libres des deux lames aboutissent à une tête de bielle sur laquelle elles viennent s'articuler, qui est elle-même mobile autour d'un axe vertical *a* et peut prendre cependant un certain jeu dans le sens de la tangente commune aux deux poulies de frein.

De cette façon la lame serre dans le sens convenable sur chacun des tambours et il y a toujours compensation spontanée, si les sabots des deux lames s'usent inégalement. Le serrage se fait progressivement pendant le démarrage d'un convoi au fur et à mesure que les bateaux successifs se mettent en route. Le fonctionnement est très doux et donne toute la sécurité désirable.

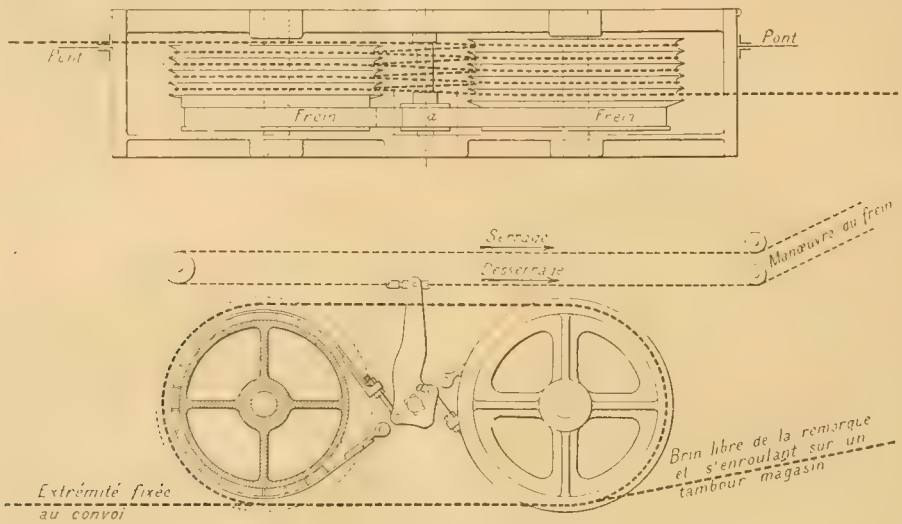


Fig. 5. — *Disposition schématique du boulard des toueurs à adhérence magnétique.* — La partie supérieure représente, en plan, la partie inférieure en coupe.

Les tambours à frein, ceux sur lesquels vient s'emmagasiner au delà du frein la partie inutilisée de la remorque sont logés à bâbord et à tribord sous le pont (seuls les premiers font une légère saillie de 0m,15 environ). Le tout est manœuvré au moyen de quatre volants portés sur colonnes à la portée du pilote, à côté de la roue de gouvernail avant.

Sur le poste du capitaine se trouvent : la roue du gouvernail arrière, l'appareil de relèvement du frein, les poignées des rhéostats pour le réglage du courant dans les poulies A et B (fig. 2), dont les bobines sont en série, et dans le frein, et le bouton de commande de l'embrayage magnétique de l'hélice.

Le tableau de distribution et la manœuvre éventuelle du courant dans la poulie C se trouvent dans la chambre des machines.

Le mérite principal des diverses dispositions que nous venons de décrire réside en ce que, pour ingénieux qu'ils soient, tous ces appareils ont un fonctionnement d'une sûreté et d'une simplicité qui ont beaucoup frappé les visiteurs. Il n'y a même pas d'ouvrier électricien à bord, et au bout de trois ans de service de l'*Ampère* le besoin ne s'en est jamais fait sentir.

Les très nombreux perfectionnements de détail réalisés sur ces nouveaux toueurs achèvent et complètent la transformation de l'industrie du touage, commencée avec l'*Ampère*.

E. Avril,
Ingénieur civil.

[1] Le *boulard* est la pièce sur laquelle est fixée la remorque reliant le bateau toueur au convoi.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Vogt (H.), *Ancien élève de l'École Normale Supérieure, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **Leçons sur la résolution algébrique des équations**, *avec une préface de* M. Jules Tannery, *Directeur des Études scientifiques à l'École Normale Supérieure. 1 vol. grand in-8° de* VIII-201 *pages.* (*Prix : 5 francs.*) *Nony et Cie, Paris*, 1895.

Par sa démonstration de l'impossibilité de la résolution algébrique des équations générales de degré supérieur au quatrième, Abel mit fin aux nombreuses et vaines recherches des géomètres de son époque. On se limita alors à la détermination des classes d'équations résolubles algébriquement, et, dans ce domaine, il convient de rappeler en première ligne les travaux de Galois qui, grâce au développement qu'il sut donner à la théorie des substitutions, ouvrit une voie nouvelle aux recherches des algébristes.

La théorie des substitutions joue aujourd'hui un rôle important dans l'Algèbre supérieure ; elle a été réunie par M. Jordan en un traité, qui restera une œuvre magistrale, mais qui n'est guère accessible aux commençants. Dans son *Algèbre supérieure*, Serret donne bien un exposé de cette théorie avant d'aborder la résolution algébrique des équations ; cependant, depuis une trentaine d'années, grâce surtout aux travaux de Kronecker, on a réalisé dans ce domaine des progrès si importants qu'un ouvrage, tel que celui que vient de publier M. Vogt, est appelé à rendre de grands services. « Ce livre, dit M. J. Tannery dans la *Préface*, vient prendre une place qui était vide et que l'on sentait vide. »

L'auteur débute par un exposé élémentaire de la théorie des substitutions, pour étudier ensuite les fonctions rationnelles de plusieurs variables et les relations algébriques entre de telles fonctions ; puis il aborde l'étude du domaine de rationalité et la réductibilité des fonctions entières, en s'inspirant particulièrement des résultats obtenus par Kronecker. C'est ainsi qu'il se trouve conduit aux fonctions rationnelles des racines d'une équation aux résolvants et au groupe d'une équation algébrique. Ces préliminaires une fois exposés, M. Vogt peut entreprendre l'étude des équations du deuxième, du troisième et du quatrième degré, puis le problème général de la résolution algébrique des équations. Il termine par un examen des différentes classes d'équations résolubles algébriquement. C'est là que l'on trouve, en particulier, les équations abéliennes et les équations de la division du cercle.

Ce qui fait le mérite de cet ouvrage, ce n'est pas seulement la clarté avec laquelle il est écrit, mais c'est aussi la concision du langage. Le livre de M. Vogt ne s'adresse pas seulement à tous ceux qui sont appelés à enseigner les premiers éléments de l'algèbre supérieure, mais il est même à la portée des élèves qui sortent des classes de Mathématiques spéciales.

H. Fehr.

Delassus (Et.), *Ancien élève de l'École Normale Supérieure.* — **Sur les équations linéaires aux dérivées partielles à caractéristiques réelles.** (*Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 vol. in-8° de 67 pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs-libraires*, 55, *quai des Grands-Augustins. Paris*, 1895.

Soit H une équation aux dérivées partielles, linéaire et d'ordre n, entre une fonction inconnue z et deux variables indépendantes, x et y. Supposons z et les dérivées, jusqu'à l'ordre n exclusivement, données sur une courbe C, c'est-à-dire données comme fonctions de la seule variable x, y étant lié à x par l'équation de C. Si C est prise au hasard, on pourra calculer, comme fonctions de x sur C, les $n+1$ dérivées d'ordre n. Le calcul devient impossible pour certaines courbes *caractéristiques* C, intégrales d'une équation différentielle ordinaire du premier ordre.

M. Delassus s'attache aux fonctions analytiques réelles, de variables réelles, et étudie les relations de pareilles intégrales F de H avec les caratéristiques C. Une attention particulière est apportée aux lignes L singulières essentielles. (Voir pour la définition, par exemple, mon compte rendu de la thèse de M. Borel, dans la *Revue* du 30 juillet 1895.)

Lorsque les courbes C sont imaginaires, les lignes L des intégrales F peuvent être quelconques ; mais, si les C sont réelles, alors les L sont, ou des courbes fixes, ou des caractéristiques. Signalons une application des fonctions « majorantes » introduites récemment par M. Poincaré, dans ses « Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste » et une notion spéciale, le « Domaine d'un arc analytique ».

Passant au cas de trois variables indépendantes ou, si l'on veut, du plan à l'espace, l'auteur parle de *surfaces* caractéristiques, singulières, essentielles, etc. ; plusieurs des résultats précédents ont leurs analogues dans l'espace.

Une méthode ingénieuse, due à Riemann, ramène l'intégration de certaines équations H du second ordre, à la construction d'une solution particulière, où figurent deux paramètres arbitraires. Le procédé est étendu par l'auteur à un ordre quelconque, par une application de la méthode des « approximations successives » introduite par M. Picard. A une pareille équation H est associée une autre *adjointe* de même nature ; si l'une des deux se laisse traiter par le procédé de Riemann, l'autre est résolue immédiatement.

Bref, très intéressante thèse sur une question neuve et difficile.

Léon Autonne.

2° Sciences physiques.

Wullner (Adolph), *Professeur de Physique expérimentale à l'École Technique supérieure d'Aix-la-Chapelle.* — **Lehrbuch der Experimentalphysik.** *Erster Band :* **Allgemeine Physik und Akustik.** *Zweiter Band :* **Die Lehre von der Wärme.** *5e édition. — 2 vol. gr. in-8° de 1000 pages et 936 pages avec 321 et 131 fig.* (*Prix : 15 fr. le volume*). *B. G. Teubner, éditeur, Leipzig*, 1895-96.

Les deux premiers volumes d'une nouvelle édition du classique « Traité » de Wullner viennent de paraître. L'ouvrage est trop connu pour que nous en fassions une analyse détaillée ; nous nous bornerons à signaler les principales modifications que l'auteur y a introduites, en rappelant que, dans ce livre, la place principale est occupée par la relation des recherches *expérimentales*, sans que, cependant, les conceptions théoriques aient été négligées.

Dans l'édition actuelle, un nouvel ordre de matières a été suivi. Le premier volume est, comme précédemment, consacré à la Physique générale et à l'Acoustique ; le second volume renferme maintenant l'étude de la Chaleur ; le troisième traitera de l'Electricité ; enfin, la Lumière qui, auparavant, formait la matière du second volume, sera le sujet du quatrième, car l'étude préalable de l'Electricité était nécessaire

pour exposer la théorie électromagnétique de la Lumière.

Le premier volume qui, malgré la tendance générale du livre, est forcément resté un peu théorique, renferme peu de changements. Toutefois, les travaux de Boltzmann sur le frottement interne des corps, les recherches d'Amagat sur la compression des fluides, les nouvelles méthodes de détermination des constantes capillaires de Quincke, Volkmann, Sondhaus, la théorie de Stefan sur la diffusion des gaz, les théories de Van der Waals, de Van't Hoff, d'Arrhenius sur la constitution des gaz et celle des solutions, ont été l'objet de nouveaux chapitres.

Le second volume contient un grand nombre de nouvelles recherches, parmi lesquelles nous signalerons : l'application des éléments thermo-électriques à la mesure des très hautes ou très basses températures, les travaux d'Amagat sur la compression des gaz à diverses températures, les expériences de F. Weber sur la conductibilité et le rayonnement, l'étude du calorimètre à vapeur Joly-Bunsen, la méthode de Pfaundler pour la détermination des chaleurs spécifiques par le courant électrique, le résumé des nombreux travaux publiés en ces dernières années sur les points de congélation et d'ébullition des solutions, etc.

Le troisième volume, qui traite de l'Electricité et contiendra un grand nombre de nouveaux chapitres, doit paraître prochainement.

Louis Brunet.

Conférences de Chimie faites au Laboratoire de M. Friedel. *Quatrième fascicule*, 1893-1894. — *Un volume in-8° de 340 pages. (Prix : 12 francs.) G. Carré, éditeur, 3, rue Racine, Paris*, 1896.

Ce volume de conférences de Chimie, faites au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne, que vient de publier M. G. Carré, est certainement des quatre volumes parus jusqu'à ce jour le plus important, si ce n'est par la valeur même de chaque conférence, tout au moins par leur nombre. — Ce fascicule, de 340 pages, ne réunit pas moins de quinze conférences, traitant des sujets les plus divers de la Chimie physique, minérale, organique, pharmaceutique, physiologique, etc...

C'est M. Wyrouboff qui a ouvert la série des conférences en entretenant ses auditeurs de la *Nature des phénomènes de polymorphisme et d'isomorphisme*. Ce sujet extrêmement délicat, dont le champ d'action se trouve aux confins mêmes des domaines de la Chimie et de la Physique, est traité d'une façon très claire, très concise et surtout très explicite, ce qui est difficile en pareil cas. — M. C. Combes parle ensuite des différents système de *Régénération du soufre*. On sait que, dans le procédé Leblanc pour la préparation du carbonate de soude, il reste sous forme résiduelle des quantités considérables de soufre à l'état de charrée de soude, soit sulfure de calcium. M. Chance a trouvé le moyen de transformer ces sulfures en sulfhydrates qui, décomposés par de l'acide carbonique, donnent, d'un côté, du carbonate de chaux, et, de l'autre, de l'hydrogène sulfuré, qui, par combustion, peut être décomposé en vapeur d'eau et soufre régénéré. M. C. Charpy examine l'état actuel de nos connaissances sur la *Théorie des solutions*. Puis M. A. Werner, professeur à l'Université de Zurich, fait une conférence sur la *Stéréochimie de l'azote*. M. Werner, élève et collaborateur de M. Hantzsch, a publié, soit seul, soit avec M. Miolati, de Rome, d'importants travaux sur les isomères des oximes. M. Werner, parlant de la stéréochimie de l'azote, se trouve donc sur un terrain qui lui est familier, et expose son sujet d'une façon extrêmement complète. M. R. Lespiau traite de la *Tantomérie et de la desmotropie*. M. G. Meillère parle de la *Vératrine*, alcaloïde employé en thérapeutique. M. R. Engel fait une conférence des plus captivantes sur les *Formules de M. Thomsen pour la chaleur de combustion des carbures*. M. L. Grimbert parle de la *Fermentation anaérobie produite par le bacillus orthobutylicus ;* puis M. Em. Bourquelot étudie le *Maltose et le Tréhalose*, deux principes sucrés très répandus chez les êtres vivants. M. Leduc examine *La loi des volumes moléculaires*. M. Ch. Moureu étudie la série des *Azols*, corps renfermant une chaîne fermée composée d'un ou plusieurs atomes d'azote, série à laquelle appartient l'antipyrine, le fébrifuge bien connu. M. Paul Freundler présente une étude très complète de la *Stéréochimie du carbone et de ses applications*. M. G. Griner examine certains *Cas d'isomérie dans la série en C^6*, puis M. Thomas-Mamert parle de l'*Application de la Stéréochimie aux réactions internes entre les radicaux éloignés d'une même molécule*. Enfin, M. A. Béhal fait l'exposé de ses travaux sur les *Créosotes officinales*, recherches pleines d'actualité, étant donnés les divers emplois que les créosotes officinales ont trouvés dans notre thérapeutique moderne.

George F. Jaubert.

3° Sciences naturelles.

Bernard (Augustin), *Ancien élève de la Faculté des Lettres de Paris, Professeur agrégé d'Histoire et de Géographie.* — **L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie.** — *1 vol. in-8° de* xxiv-458 *pages avec 47 gravures et 2 cartes. Hachette et Cie. Paris*, 1895.

La Nouvelle-Calédonie présente, sous le rapport de la géographie physique, d'intéressantes particularités. D'autre part, son climat en fait une terre salubre pour nos colons. On y a aussi tenté une expérience de colonisation pénale, qui a duré maintenant assez longtemps pour qu'on puisse la juger. Enfin, du développement que prendra cette île, dépendra en grande partie l'influence de la France dans le Pacifique occidental.

La Nouvelle-Calédonie soulève donc de multiples problèmes géographiques et coloniaux. M. Bernard a consacré plusieurs années à les élucider. Son ouvrage lui fait grand honneur, et l'on conçoit qu'il ait été accueilli avec faveur par les Professeurs de la Faculté des Lettres, devant lesquels il était présenté comme thèse de doctorat.

La méthode de travail employée par l'auteur est celle que, à plusieurs reprises déjà, nous avons exposée devant les lecteurs de la *Revue* : analyse critique des sources de tout genre, récits de voyageurs, et surtout, dans le cas présent, mémoires de géologues, d'anthropologistes, d'économistes, puis synthèse géographique des données recueillies.

La Nouvelle-Calédonie n'est pas simplement un îlot, comme on le croit souvent par habitude de la voir représentée sur des cartes à petite échelle. Elle a 16.250 kilomètres carrés : superficie double de celle de la Corse, sextuple de celle de la Réunion. Sa forme rappelle celle d'un long fuseau. Elle est ceinte d'un anneau de récifs, d'une ligne de brisants de corail, « sur lesquels la mer gémit sa plainte éternelle ».

La Nouvelle-Calédonie est une île essentiellement montagneuse. On pourrait la définir : « Un système de montagnes émergeant de l'Océan. »

Plus du sixième de sa surface dépasse 500 mètres. Ce relief est complexe. Le sud de l'île est occupé par un plateau, le centre par un enchevêtrement de sommets éruptifs et de massifs isolés, le nord par deux chaînes de montagnes encadrant la vallée du Diahot.

Le climat est d'une extrême variabilité. Le vent, la pluie, la température varient d'un point de l'île à l'autre, et, en un même lieu, d'un jour, d'un mois, d'une année à l'autre.

Avec de pareilles conditions orographiques et climatériques, on conçoit que la végétation ne soit pas uniforme dans toute l'île. On rencontre sur le littoral des cocotiers, des palétuviers, des mangliers; la forêt tropicale s'épanouit dans les vallées; les collines jusqu'à 100 mètres sont caractérisées par la présence du *niaouli*, l'arbre calédonien par excellence; les plateaux sont couverts d'une végétation rabougrie ; sur les flancs et sur les sommets baignés d'humidité, on retrouve la forêt tropicale.

Le fond de la population de l'île est composé de Mélanésiens, dolichocéphales, noirs, à cheveux crépus. A cet élément primitif sont venus s'ajouter, dans des proportions assez faibles, des Polynésiens mésaticéphales, à peau plus claire, à cheveux presque lisses.

Les ressources alimentaires, que la flore et la faune de l'île fournissent spontanément aux Canaques, sont très pauvres. Les indigènes n'ont pas assez de vivres pour leur propre subsistance, disait Cook, il y a plus d'un siècle.

Ils ont suppléé de leur mieux à ce manque de ressources, par la pêche, par la culture de l'igname et d'un farineux, qu'on nomme le taro.

Néanmoins leurs conditions de vie sont précaires et le contact des Européens leur a été fatal. Ils sont décimés par la phtisie pulmonaire, par les affections cutanées, par la lèpre et par une maladie encore mal définie, qu'on nomme Tonga.

La Nouvelle-Calédonie a seulement été découverte dans la seconde moitié du XVIIIe siècle.

Bougainville en 1768 avait pressenti son existence. Cook y aborda en septembre 1774. Frappé de sa ressemblance avec certaines parties de l'Ecosse, il la baptisa Nouvelle-Calédonie.

Le contre-amiral Febvrier-Despointes en prit officiellement possession au nom de la France en septembre 1853. Par nécessité de posséder un établissement pénitencier, par désir d'avoir un poste militaire et commercial dans le Pacifique, le gouvernement du Second Empire avait jeté son dévolu sur la Nouvelle-Calédonie.

La principale richesse de l'île consiste en mines de nickel, de cobalt, de chrome. La pêche est aussi une ressource importante. Les poisssons pullulent dans les viviers naturels, dont les récifs de coraux et la côte forment les parois. La superficie de terres utilisables n'est pas très étendue. Aussi les grandes exploitations rurales sont-elles impossibles. La Nouvelle-Calédonie doit devenir un pays de petits propriétaires, « une sorte d'Auvergne ou de Bretagne d'au delà les mers, à population assez dense, combinant la pêche et la culture ».

Il faut supprimer la colonisation pénale.

Trois catégories de colons forcés ont été débarqués : les déportés politiques, les relégués récidivistes, les transportés.

Les premiers, persuadés — et l'événement a justifié cette conviction — qu'ils reviendraient en France, n'ont rien voulu entreprendre. Les seconds « à la volonté et au corps également usés », sont inutilisables pour la colonie. Quant aux troisièmes, les condamnés aux travaux forcés, ils ont coûté excessivement cher (plus de 100 millions), mais ils n'ont en aucune façon aidé les colons libres, ni préparé leur venue, comme on le supposait. L'expérience de colonisation pénale a échoué. « L'Eden des forçats doit devenir l'Eden des honnêtes gens. » De la sorte, on résistera avec succès aux prétentions annexionnistes des Australiens.

Comme on le voit, ce livre n'est pas simplement un exposé de l'état actuel des connaissances sur la Nouvelle-Calédonie. C'est plus que cela. L'auteur est pénétré de la gravité des questions qu'il agite. De la façon dont sera compris le régime colonial de la Nouvelle-Calédonie dépendront des milliers d'existences humaines. Des millions de francs, de *nos* francs, seront dépensés en pure perte, ou d'une façon profitable pour la communauté française.

M. Bernard a examiné les faits sans passion. Souvent il est en désaccord avec les idées régnantes. Il n'en soutient pas moins ses conclusions avec fermeté, je dirai presque avec courage.

L'auteur a rattaché à son sujet beaucoup de développements généraux, que nous avons forcément omis dans notre analyse. Peut-être en est-il un peu prodigue. L'*introduction*, traitant de l'origine et de la classification des îles, est intéressante en soi. Mais elle ne nous semble pas faire pénétrer le lecteur dans le sujet et justifier son titre. Nous sommes devant un repas assez copieux, pour négliger les hors-d'œuvre. Telle nous semble la principale critique à adresser à cet ouvrage, en admettant, toutefois, que reprocher à un auteur l'abondance de ses idées générales soit lui faire une critique.

Henri DEHÉRAIN.

Ferrouillat (P.), *Professeur de Génie rural à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier, et* **Charvet** (M.), *Répétiteur de Génie rural à la même Ecole.* — **Les Celliers. Construction et Matériel vinicole.** — *1 vol. grand in-8° de 518 pages avec 108 figures et 46 planches hors texte. (Prix : 18 fr.) C. Coulet, 5, Grande-Rue, à Montpellier et G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, à Paris, éditeurs, 1896.*

L'ouvrage que viennent de publier MM. Ferrouillat et Charvet, est assurément le plus complet qui ait été composé sur un sujet rempli d'actualité. Jadis, le terme de « cellier » évoquait l'idée d'un local sombre, malpropre, où, par le moyen d'outils grossiers, s'accomplissait une besogne peu ragoûtante. Le phylloxera, dont les ravages ont bouleversé les conditions de la culture de la vigne, n'a pas moins transformé l'art de faire et de conserver le vin.

Supposons donc qu'un propriétaire désire construire une cave pour desservir un vignoble récemment créé. MM. Ferrouillat et Charvet lui apprendront d'abord à choisir un emplacement, une orientation, un plan et des dimensions convenables. Tous ces points réglés, notre viticulteur devra se préoccuper des terrassements et maçonneries. Il percera ses ouvertures — portes et fenêtres — et organisera ses dispositifs accessoires de façon à assurer une ventilation convenable, la fraîcheur étant d'une nécessité indispensable à la bonne fermentation, surtout dans le Midi. Puis viendront les questions des revêtements du sol et consolidations, des drainages et citernes.

Les planchers d'étage se construisent continus ou partiels, et le livre explique longuement les avantages ou inconvénients propres aux deux systèmes. Puis nos auteurs étudient l'installation des couvertures, combles et fermes. Le viticulteur achèvera de s'éclairer en méditant un chapitre court, mais intéressant, consacré aux devis.

Une fois le cellier construit, il faudra le meubler. On emploie plusieurs systèmes également curieux et pratiques pour hisser le raisin jusqu'au niveau de l'orifice supérieur des récipients où s'opère la fermentation. Suivant les circonstances, ces derniers se font en bois, en maçonnerie, en ciment. Mais, au contraire, en ce qui concerne les fouloirs, pressoirs et pompes, l'accord s'établit actuellement, et presque partout, des types à peu près semblables s'imposent dans les exploitations bien outillées.

Dans la seconde partie de leur travail les auteurs montrent comment ont été mis en pratique les indications théoriques développées dans la première. Le lecteur voit défiler sous ses yeux une série de curieuses monographies illustrées des celliers de France et d'Algérie. Ce sont d'abord les caves de la région méditerranéenne destinées à emmagasiner pendant quelques mois seulement de véritables flots de vin ; puis les celliers des régions bordelaises, moins savamment outillés par respect des anciennes traditions, puis ceux du Beaujolais. Les caves de Bourgogne, en général, intéressent le technicien moins que le gourmet ; celles d'Anjou ne manquent pas de pittoresque, mais les caves champenoises, principalement les vastes magasins de la maison Moët et Chandon, méritent une longue description. On n'ignore pas combien une température trop élevée nuit à l'évolution d'une fermentation régulière : la description des celliers algériens et tunisiens qui clôture l'ouvrage, montre comment cette grave difficulté, inhérente au climat du littoral nord africain peut être atténuée par des dispositions intelligentes propres à refroidir la vendange ou à rafraîchir la cave.

ANTOINE DE SAPORTA.

4° Sciences médicales.

Broca (A.). *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, et* **Maubrac** (P.), *ancien Prosecteur de la Faculté de Médecine de Bordeaux.* — Traité de Chirurgie cérébrale. — 1 *vol. gr. in-8° de 533 pages, avec figures. (Prix 12 francs.) G. Masson, éditeur. Paris.* 1896.

L'originalité du livre de MM. Broca et Maubrac réside tout entière dans la netteté des conclusions qui y sont formulées. Le lecteur a la rare fortune de trouver, sur une matière aussi controversée, des opinions précises, basées à la fois sur une expérience déjà étendue et sur un nombre considérable de documents et de faits cliniques. Sans doute, sur beaucoup de points, la discussion reste ouverte; mais le mérite des auteurs est de l'avoir circonscrite, en fixant clairement la conduite à tenir en présence de chacun des cas si divers qu'embrasse la chirurgie cérébrale.

L'ouvrage se divise en deux parties. La première comprend les généralités, anatomie des circonvolutions, topographie cranio-cérébrale, étude des localisations, indications générales, manuel opératoire et dangers de l'intervention. La deuxième, plus intéressante, est consacrée à l'examen des cas justiciables de l'acte chirurgical.

Ce sont d'abord les *lésions traumatiques* pour lesquelles l'intervention peut être indiquée primitivement, pour remédier à un enfoncement de la voûte cranienne par exemple, ou secondairement pour combattre des accidents d'ordre infectieux, ou enfin pour traiter les complications tardives ou tertiaires consécutives aux traumas. Viennent ensuite les *complications intra-craniennes des otites moyennes suppurées*, méningite, phlébite des sinus, abcès encéphaliques, dont les indications opératoires sont discutées. Si l'intervention n'arrête pas toujours l'évolution de la méningite, elle peut, dans les cas subaigus, amener la guérison : elle est, par conséquent, justifiée. Mais elle est de règle pour la sinusite et doit être, dès le diagnostic posé, immédiate et radicale; le sinus thrombosé sera abordé par trépanation de l'apophyse et de la caisse, et ouvert après ligature de la jugulaire. Quant aux abcès encéphaliques, il faut distinguer trois cas. Il y a un signe extérieurement appréciable, et alors la conduite du chirurgien est toute tracée. Il y a un symptôme fonctionnel permettant de déterminer le siège de l'abcès dans l'encéphale, et, dans ce cas, on trépanera l'apophyse, l'antre et la caisse et on pénétrera dans le crâne en faisant sauter soit le plafond de l'antre et de la caisse, soit la paroi postérieure suivant le procédé Wheeler modifié. Ou il n'y a que des accidents encéphaliques diffus, et c'est encore à ce procédé qu'on aura recours.

Le chapitre suivant est consacré aux *tumeurs intracraniennes*. On est autorisé à trépaner dans les cas de tubercules ou de gommes syphilitiques toutes les fois qu'un traitement général sera resté inefficace.

Quant aux sarcomes et aux gliomes « il faut confes- « ser que les succès complets, sinon définitifs, au « moins prolongés, sont rares, exceptionnels même... « Mais, dans de nombreuses observations, on constate « des améliorations, des résultats palliatifs, des gué- « risons temporaires suffisants pour démontrer que « l'opération doit être conseillée. »

Au surplus, l'opération peut être simplement *palliative*, les résultats du trépan décompresseur, « encore « qu'ils ne soient que transitoires, sont cependant « assez beaux, pour qu'on ne soit plus autorisé à refu- « ser une intervention à un malade atteint d'une tu- « meur du cerveau. »

Par contre, l'*hémorrhagie cérébrale*, le *ramollissement*, la *méningite tuberculeuse*, la *paralysie générale*, l'*épilepsie essentielle*, échappent au chirurgien. Il en est de même des enfants *hydrocéphales* qui, quelquefois temporairement améliorés par la trépanation, lorsque leur crâne est ossifié, succombent rapidement, lorsqu'il est encore membraneux.

Les auteurs condamnent encore l'intervention chirurgicale dans la *microcéphalie* : « Transformer un « idiot en un demi-idiot est une mauvaise besogne : « il reste pour la société une charge inutile, et, s'il « peut rentrer dans la vie commune, il devient dan- « gereux par sa capacité à fournir une progéniture « presque fatalement défectueuse. »

Bien d'autres sujets (troubles fonctionnels divers, psychoses, céphalalgies rebelles, encéphalocèle) sont encore traités dans ce livre, dont les quelques extraits que nous avons cités dans cette courte analyse, permettent d'apprécier la valeur et l'intérêt.

Dr Gabriel Maurange.

De Buck (Dr D.). — Traité de Thérapeutique physiologique. — *Avec une préface de M. le Dr Lépine, 2e édition.* — 1 *vol. gr. in-8° de 304 pages. (Prix : 7 fr. 50.) De Erven F. Bohn, à Haarlem et O. Doin, à Paris, éditeurs,* 1896.

Ce livre présenté au public médical par M. le Pr Lépine (de Lyon) a pour but de grouper les notions de physiologie nécessaires pour comprendre l'action des substances médicamenteuses et pour raisonner leur emploi. Il est donc essentiellement pratique. Comme prétention scientifique, M. de Buck n'en a qu'une : celle d'avoir choisi avec soin chez les auteurs les plus autorisés les documents utilisés.

Après quelques considérations et définitions générales, l'auteur étudie la vie de relation, les propriétés du système nerveux, les facultés psychiques, morales, les fonctions motrices. Dans ces pages se trouvent exposés sommairement les faits généraux les plus importants; puis l'action comparative des divers poisons du système nerveux, morphine, atropine, strychnine, curarine, cocaïne, de certains autres alcaloïdes (brucine, etc.), des bases (ammoniaque), de certains métaux (ammonium). A l'occasion de l'étude du système musculaire et de ses poisons, l'auteur formule cette loi physiologique que l'action de tout médicament dépend de son électivité pour un organe ou un groupement organique. Cette électivité repose sur la différenciation des divers organes. A doses suffisantes et dans des conditions données le poison finit par atteindre les diverses variétés du protoplasma.

Les chapitres relatifs à la sensibilité sensorielle et à la sensibilité générale forment un résumé intéressant des notions anatomo-physiologiques actuelles des centres nerveux.

La partie de l'ouvrage réservée à la vie végétative, aux fonctions générales calorifique, sécrétoire, trophique, aux divers systèmes et appareils cardio-vasculaire, respiratoire, digestif, uro-génital, est traitée avec la même recherche du rôle physiologique des organes.

L'ouvrage se termine par un résumé de Chimie biologique.

Dr A. Létienne.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 542e livraison. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

La 542e livraison renferme une biographie très détaillée du grand réformateur *Martin Luther*, par M. C. Pfender; une étude de M. H. Saint-Marc sur le *luxe;* des articles médicaux de M. H. Fournier sur le *lupus* et de M. A. Couston sur la *luxation;* la monographie du *Grand-Duché de Luxembourg* et de la *Lydie* par M. A. M. Berthelot; enfin une étude sur les *lycées*, leur histoire, leur administration et les principes qui président à leur construction, par M. Ch. Lucas.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Février 1896.

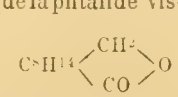
M. le Président donne lecture de la lettre annonçant à l'Académie la mort de M. **Jules Reiset**, membre de la Section d'Économie rurale, et se fait l'interprète des sentiments de l'Académie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Maurice d'Ocagne** expose la recherche de l'abaque de l'équation des marées diurnes et demi-diurnes :

$$h = \cos 2\theta + k \cos(\theta - \alpha),$$

où h représente la hauteur, θ l'heure réduite en angle, k et α des paramètres variables avec le lieu et l'époque. — M. **E. Blutel** développe quelques théorèmes concernant les surfaces à lignes de courbures sphériques: 1° Lorsque le point M décrit une ligne de première courbure sphérique S, le rayon de seconde courbure ρ' varie proportionnellement à la distance du centre de seconde courbure à un plan variable seulement avec S; 2° dans les mêmes conditions, le centre de seconde courbure se déplace sur une surface du second degré de révolution circonscrite à une sphère qui est elle-même inscrite dans la développable normale à la surface suivant S. — M. **X. Stouff** donne une généralisation de la formule de l'aire du triangle sphérique dans l'espace à n dimensions. — M. **Paul Toulon** a continué l'étude de la résistance des poutres droites à travées solidaires sur appuis élastiques.

2° Sciences physiques. — M. **Dongier** expose une nouvelle méthode très sensible de la mesure de la biréfringence en lumière monochromatique. Un faisceau parallèle de lumière circulaire et monochromatique, tombant normalement sur une lame cristalline parallèle à l'axe, se tranforme en lumière elliptique dont les axes sont toujours les bissectrices des axes de la lame. Si une deuxième lame, quart d'onde pour la lumière utilisée, a son axe à 45° de la précédente, la lumière, qui en émerge, est polarisée rectilignement. L'azimuth de la vibration rectiligne est variable avec l'excentricité de l'ellipse et dépend, par suite, de la différence de marche introduite par la lame cristalline sur les ondes ordinaires et extraordinaires qui la traversent. Le dispositif expérimental indiqué par l'auteur permet la mesure rapide d'une double réfraction accidentelle lorsque la cause ne peut être maintenue pendant longtemps ; il peut être utilisé par la mesure précise de l'épaisseur d'un quartz parallèle à l'axe, etc. — M. l'abbé **Leroy** adresse une note sur quelques phénomènes d'induction électrostatique. — M. **Daubrée** fait hommage d'une notice : « Copernic et les découvertes géographiques de son temps. » — MM. **Lannelongue et Oudin** adressent une communication sur l'application des rayons de Röntgen au diagnostic chirurgical. Les auteurs ont pu photographier le système osseux d'une cuisse et d'un genou. — M. **Maurice Meslans** a étudié l'opacité de divers corps chimiques aux rayons X. Le carbone et les composés qu'il forme avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote présentent une transparence particulière tandis que l'introduction d'éléments minéraux dans la molécule, et, en particulier, le chlore, le soufre, le phosphore et surtout l'iode, donnent une opacité considérable aux corps. — M. **Albert Londe** présente la photographie, faite à l'aide des rayons de Röntgen, d'un aileron de faisan tué à la chasse. — M. **Charles Henry** montre qu'il est possible, en enduisant de sulfure de zinc phosphorescent des corps absorbants pour les rayons de Röntgen, de rendre visibles sur la plaque photographique des objets situés derrière ces corps et invisibles autrement. Le même auteur a pu vérifier une hypothèse émise par M. Poincaré, à savoir : que tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense émettent, outre les rayons lumineux, les rayons X de Röntgen. — M. **Ch. V. Zenger** adresse quelques épreuves photographiques obtenues par les rayons X. On obtient la plus grande netteté possible en mettant la plaque sensible en contact direct avec l'objet et faisant usage de fortes tensions. — MM. **Gossart et Chevallier** signalent un champ de force mécanique qui se manifeste à l'intérieur du radiomètre de Crookes lorsqu'on place ce dernier en face d'un tube de Crookes; en outre le champ ainsi produit est modifié par les corps électrisés, statiquement perturbé par un aimant et modifié par les courants, surtout par celui de la bobine excitatrice du tube de Crookes. — Le **P. M. Dechevrens** signale les hautes pressions atmosphériques du mois de Janvier en Angleterre, en France et dans le centre de l'Europe. Suivant l'auteur, le même fait se reproduirait périodiquement en Janvier à peu près tous les dix-neuf ans sous l'action combinée du Soleil et de la Lune, celle-ci étant alors dans les conditions de distance à la Terre et de déclinaison qui entraînent pour elle un minimum de force attractive. — M. **Vigouroux** a préparé un siliciure de cuivre cristallisé $SiCu^2$ en chauffant au four électrique des mélanges convenables de silicium et de cuivre; c'est un corps très dur, cassant, gris d'acier sur une section, fraîche de densité 69. — M. **Henri Moissan** a préparé le carbure d'uranium en chauffant au four électrique l'oxyde vert en présence d'un excès de carbone; c'est un composé défini et cristallisé, de formule C^3Ur^2. Ce nouveau composé se décompose au contact de l'eau froide et donne environ le tiers de son carbone sous forme d'un carbure gazeux riche en méthane. L'autre partie du carbone produit un mélange de carbures liquides et solides et de matières bitumineuses. — M. **A. Haller** a reconnu que la campholide $C^{10}H^{16}O^2$ prend naissance quand on réduit par l'amalgame de sodium à 5 % une solution alcoolique d'anhydride camphorique maintenue acide au moyen de l'acide sulfurique étendu. La campholide possède une odeur camphrée ; elle fond à 210° et se sublime facilement à la manière du camphre; elle paraît présenter vis-à-vis de l'anhydride camphorique les mêmes relations que la phtalide vis-à-vis de l'anhydride phtalique :



M. **Besson**, en faisant agir le gaz bromhydrique sec sur le chlorure de thionyle $SOCl^2$, a pu préparer deux corps nouveaux, le chlorobromure de thionyle $SOClBr$ et le bromure de thionyle $SOBr^2$ bouillant l'un vers 115° sous la pression normale, l'autre vers 68° sous une pression réduite à 4 centimètres de mercure. — M. **A. Granger**, en faisant passer de la vapeur de phosphore sur du bisulfure d'étain chauffé au rouge sombre, a obtenu un sulfophosphure d'étain cristallisé en écailles brillantes dont l'aspect rappelle l'oligiste micacé des volcans. Sa formule est Sn^3P^2S. Dans les mêmes conditions les sulfures d'antimoine, d'or, de cadmium, de plomb ne donnent rien. — M. **A. Tassilly** a fait l'étude des oxyiodures de zinc; il a préparé les composés :

$$ZnI^2, 9\,ZnO, 24\,H^2O$$
$$ZnI^2, 5\,ZnO, 11\,H^2O$$

et

$$3\,ZnI^2,\ 5\,AzH^3,\ 3\,H^2O.$$

Les iodures ne peuvent pas, comme les chlorures, être considérés comme des générateurs d'oxyiodures. — M. **Raoul Brullé** recommande de prendre la densité des beurres à 100° pour déterminer leur degré de pureté au moyen du densimètre; cette détermination doit être précédée de la séparation de l'eau contenue à l'aide de substances desséchantes. — M. **L. de Launay** discute les diverses hypothèses formulées pour expliquer la formation des minerais aurifères du Wiswatersrand (Transwaal). L'auteur admet la formation contemporaine de l'or et des sédiments; l'or et le sulfure de fer en dissolution commune dans l'eau se seraient trouvés triturés et roulés avec des fragments de quartz en même temps que ces substances se seraient précipitées chimiquement. — M. **E. Cumenge** a réalisé synthétiquement la formation de conglomérats aurifères identiques à ceux du Transwaal en faisant agir une solution d'aurate alcalin sur le silicate de soude, puis précipitant par l'acide carbonique. Le précipité chauffé après addition de petits cailloux de quartz constitue une masse représentant assez bien le conglomérat aurifère du Rand. — M. **Ferdinand Gonnard** donne l'étude minéralogique de quelques formes nouvelles ou rares de la calcite des géodes du calcaire à entroques de Couzon (Rhône). C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. **d'Arsonval et Charrin** présentent à l'Académie les résultats de l'action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes. Le dispositif employé est celui que M. d'Arsonval a déjà signalé en 1893. En soumettant la toxine diphtéritique à l'action de ces courants, on l'atténue complètement. Il en est de même avec la toxine pyocyanique. Il est même permis d'espérer que l'atténuation pourra être faite directement dans l'organisme humain. De plus, les toxines, après électrisation, deviennent des substances immunisantes, c'est-à-dire des vaccins. Elles augmentent la résistance des animaux auxquels on les injecte. — M. **Lannelongue et Achard** ont fait des recherches sur les associations microbiennes et les suppurations tuberculeuses. Ils montrent que l'association de microbes pyogènes au bacille tuberculeux est la règle dans les foyers ouverts (5 fois sur 5); elle est au contraire l'exception dans les foyers fermés (6 fois sur 57) et a toujours coïncidé en ce cas avec des phénomènes d'acuité; mais ceux-ci n'impliquent pas toujours la présence de microbes pyogènes surajoutés, puisqu'ils existaient dans quelques cas (8 fois) ou le pus n'était point cultivable. — MM. **Marcel Bertrand et Ritter** démontrent que le mont Joly près Saint-Gervais (Haute-Savoie) n'est point un îlot sur lequel les plissements n'avaient pas eu de prise, mais que ses 1,000 mètres d'épaisseur de schistes noirs superposés ne sont qu'un « réarrangement des bancs ». Au lieu d'une succession régulière, le mont Joly présente un véritable empilement de plis rabattus jusqu'à l'horizontale. Une même couche se retrouve jusqu'à six et sept fois à différents niveaux. — M. **A. Charpentier** fait une étude de la stroboscopie rétinienne. — M. **Cuénot** montre par des expériences que le rejet de sang est un moyen de défense employé par quelques sauterelles.—M. **Künckel d'Herculais** complète, sur certains points, les observations de M. Laboulbène sur l'ampoule frontale des Insectes diptères de la famille des Muscides. — Dans une note sur la signification de la fécondation chez les Urédinées, M. **Sappin-Trouffy** établit qu'il y a réduction des chromosomes, et que, par suite, la fécondation chez ces Champignons est absolument comparable à celle des plantes et des animaux supérieurs.—M. **Bonnier**, dans des recherches sur la miellée des feuilles, montre qu'il existe des miellées d'origine végétale, qui diffèrent des miellées de pucerons par leur mode de production, leur variation diurne et leur composition chimique. — M. **Ray** affirme de nouveau l'exactitude de ses observations concernant le *Mucor* et *Trichoderma*. — M. **Douvillé** étudie les couches à *Hippurites* dans la partie moyenne de la vallée du Rhône. On peut à présent paralléliser les diverses faunes à Hippurites, grâce à leur détermination rigoureuse, car ils se sont modifiés assez rapidement dans la période du Crétacé supérieur, pour fournir des indications précises sur l'âge des couches où on les rencontre.— M. **Cayeux** signale et étudie les nombreux Radiolaires du Tithonique supérieur de l'Ardèche.

J. MARTIN.

Séance du 17 Février 1896.

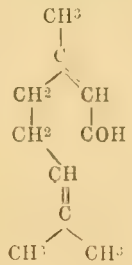
1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Bigourdan** adresse ses observations des comètes Perrine (*a* 1896 et *c* 1895) faites à l'Observatoire de Paris, équatorial de la tour de l'Ouest. — M. **L. Picart** communique ses observations de la comète Perrine faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. La comète faible est encore facilement observable. — M. **Le Roy** considère l'équation :

$$\Delta U + a\frac{dU}{dx} + b\frac{dU}{dy} + cU = 0$$

où a, b, c, sont trois fonctions continues, et construit une intégrale de cette équation, contenue dans une aire limitée par un contour fermé C et prenant sur C des valeurs données, Φ en n'employant que des méthodes susceptibles de s'appliquer encore si le problème d'intégration est posé dans l'espace. — M. **W. Bougaief** donne l'expression du théorème de Taylor avec l'approximation du troisième degré. La méthode appliquée permet d'obtenir une approximation de degré quelconque. — M. **A. Miller** présente quelques remarques sur la recherche des groupes de substitutions. L'auteur a déterminé tous les groupes transitifs que l'on peut former avec 14 éléments. Le nombre total est 295. Le nombre des groupes transitifs de degré 12 est supérieur à la somme des nombres des groupes transitifs de degré inférieur à 12.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. le Secrétaire perpétuel signale un mémoire de M. **L. Bertin** sur la Marine des Etats-Unis. — M. **W. Goldschild** adresse un mémoire ayant pour titre : Chaleur et Lumière. — M. **E. Bouty** a continué l'étude des flammes sensibles. La forme circulaire de l'orifice est de beaucoup la plus favorable. L'organe sensible des flammes cylindriques de gaz d'éclairage est situé à la base. L'hydrogène pur fournit une grosse flamme presque invisible et dont la sensibilité est très faible ; mais il suffit d'ajouter un gaz inerte, en proportion suffisante, pour obtenir une flamme grêle de grande sensibilité. L'auteur donne l'interprétation de ces divers phénomènes. — M. **R. Swyngedauw** a reconnu que les radiations X abaissent les potentiels explosifs suivant les mêmes lois générales que les radiations ultra-violettes électriquement actives. 1° En mesurant l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la méthode de deux excitateurs dérivés, on peut déceler avec beaucoup de netteté les radiations X. 2° Les radiations de M. Röntgen abaissent les potentiels explosifs dynamiques dans des proportions beaucoup plus grandes que les potentiels statiques. — M. **A. Righi** a effectué, en même temps que MM. Benoist et Hurmuzescu, des études sur la dispersion des charges électriques produites par les rayons de Röntgen. Les résultats obtenus sont en partie d'accord avec ceux des savants précédents. — MM. **Borgmann et Gerchun** ont fait des expériences démontrant, contrairement aux conclusions de J. J. Thomson, que les rayons émanant d'un tube de Crookes peuvent communiquer aux conducteurs une charge négative. Les mêmes expériences établissent que les rayons X comme les rayons ultra-violets augmentent la distance explosive d'une décharge statique.— MM. **L. Benoist et D. Hurmuzescu** démontrent : 1° que les rayons de Röntgen se propagent dans

l'air en suivant la loi du carré des distances, ce qui établit la transparence de l'air pour ces rayons. 2° Les rayons X sont hétérogènes, et leur production par un tube de Crookes est un phénomène analogue à celui de la production des rayons calorifiques et lumineux, pour des sources à température plus ou moins élevée. — MM. **Auguste et Louis Lumière** ont étudié l'action des rayons X sur les substances sensibles des plaques photographiques. 1° Les plaques sensibilisées pour le rouge, le jaune ou le vert, donnent exactement la même impression. 2° Le rapport des sensibilités des plaques photographiques pour la lumière blanche se conserve pour les rayons X. 3° Les rayons ont une pénétrabilité extraordinaire et une absorption extrêmement faible pour les préparations sensibles, lesquelles peuvent être utilisées pour la recherche de ces rayons dans une source lumineuse quelconque. L'application de cette méthode à l'arc électrique, au bec Auer, à la lampe à pétrole, n'a jamais indiqué la présence des rayons X. — M. **de Heen** établit que les rayons émanent non pas de la cathode, mais de l'anode et sont des rayons anodiques. — MM. **Imbert et Bertin-Sans** adressent des photographies de cas pathologiques intéressants obtenues par les rayons de Röntgen. Les tissus œdématiés ne donnent pas de bons résultats; on améliore cesderniers en se servant de diaphragmes. — M. **G. H. Niewenglowski** établit que les radiations émises par certains corps phosphorescents possèdent la propriété de traverser quelques corps opaques à la lumière solaire, puis précise certains points des expériences de M. Le Bon qui semblent indiquer que les rayons constituant la lumière noire seraient absorbés par le verre de l'objectif. — M. **Gustave Le Bon** fait une longue communication sur la nature et les propriétés de la lumière noire. Les vibrations de la lumière noire constitueraient, d'après l'auteur, un mode d'énergie intermédiaire entre la lumière et l'électricité et possédant avec chacune d'entre elles certains points communs, avec des effets différents. L'auteur expose des photographies montrant que la lumière noire permet d'obtenir des sections successives d'un objet photographié. — M. **Briançon** adresse deux photographies obtenues dans l'obscurité, qui établissent qu'un corps primitivement exposé à la lumière impressionne une plaque sensible. — M. **Ducla** adresse une note ayant pour objet de démontrer que le produit du volume moléculaire de la plupart des corps simples solides par leur coefficient de dilatation cubique et par leur température absolue de fusion est égal à l'unité. — M. **Henri Moissan** a étudié les combinaisons du carbone avec les métaux de la cérite. Le carbure de cérium préparé au four électrique a pour formule C^2Ce; il est attaqué avec incandescence par le fluor, le chlore, le brome, l'iode, l'oxygène, le soufre, etc.; l'azote et le phosphore sont sans action. La réaction la plus caractéristique est son action sur l'eau; il se décompose en donnant un mélange d'acétylène, d'éthylène, de méthane, variable avec la température et avec l'acide qu'on peut ajouter à l'eau. En outre 3 à 4 % du carbone combiné se retrouvent sous forme de carbures liquides saturés et non saturés. — Le même auteur donne l'étude du carbure de lithium. C'est un réducteur d'une très grande énergie, et le carbure le plus riche en carbone préparé jusqu'ici; il prend feu à froid dans le fluor et le chlore, à une température peu élevée dans les vapeurs de brome et d'iode. Il est décomposé par l'eau en donnant du gaz acétylène pur : 1 k. de ce carbone donne 587 litres d'acétylène. — MM. **Engel et Bernard** exposent un nouveau procédé de dosage de l'arsenic permettant d'opérer rapidement et en présence de traces de ce corps; il repose sur les deux réactions suivantes : 1° Les composés oxygénés de l'arsenic en solution dans l'acide chlorhydrique concentré sont totalement réduits à l'état d'arsenic métalloïdique par l'acide hypophosphoreux. 2° L'iode en solution transforme l'arsenic métalloïdique en acide arsénieux avec formation de petites quantités seulement d'acide arsénique tant que la liqueur reste acide; dans une liqueur rendue alcaline par les bicarbonates, la transformation en acide arsénique est totale. Le dosage peut être effectué en présence de tous les métaux du troisième, du quatrième et du cinquième groupes. — MM. **Barbier et L. Bouveault** se sont proposé de décider entre leur formule du lémonal et celle de M. Tiemann par des procédés synthétiques. En partant de la méthylhepténone naturelle, les auteurs ont pu produire l'acide géranique qui dérive immédiatement du lémonal. Cette synthèse partielle établit nettement l'exactitude de la formule suivante pour le lémonal :



M. **Ch. Gassmann** donne le mode de préparation et les propriétés de quelques dérivés de l'eugénol : les acides eugénolacétique :

$$C^6H^3(CH^2—CH=CH^2)^1\,(OCH^3)^3\,(OCH^2CO^2H)^4,$$

isoeugenolacétique :

$$C^6H^3(CH=CH.CH^3)^1\,(OCH^3)^3\,(OCH^2CO^2H)^4,$$

et vanilline-acétique :

$$C^6H^3(COH)^1\,(OCH^3)^3\,(OCH^2CO^2H)^4.$$

M. **Th. Schlœsing** a fait des études analytiques soignées sur la composition du grisou provenant des diverses mines grisouteuses françaises. L'acide carbonique y est toujours en très faible proportion. L'azote est contenu en quantités très variables et souvent fort élevées; mais cet azote provient de l'air atmosphérique, car il est accompagné d'argon dans les proportions connues; on ne peut attribuer sa présence à la décomposition des matières azotées de la houille. La portion combustible du grisou ne renferme guère que du méthane; dans quelques cas rares on y trouve cependant une proportion faible, mais sensible d'hydrocarbure étranger. — M. **Guéroult** propose d'appliquer la photographie à la reproduction des différentes phases d'un mouvement trop lent pour être sensible à notre vue et à la synthèse de ces différentes phases modifiées en fonction du temps à l'aide du phénakisticope. En photographiant une plante, par exemple à intervalles égaux, on verra la croissance de la plante s'opérer graduellement. — M. **Charles Henry** donne l'explication de la production des couleurs par le disque tournant de Charles Benham et fait des applications de cet appareil à la tachymétrie et à l'ophtalmologie.

C. Matignon

3° Sciences naturelles. — MM. **Comte et Regnault** font l'étude critique de la marche et de la course en flexion, dans le but de voir si la marche usuelle peut, avec avantage, être modifiée pour obtenir avec la même dépense de travail un meilleur rendement. — M. **A. Charpentier** signale un nouveau phénomène qui montre un second mode de propagation de l'impression lumineuse : l'irradiation ondulatoire. — M. **P. Vuillemin** ajoute quelques considérations à celles de M. Le Dantec sur l'assimilation et l'activité — M. **Yung** décrit une épidémie de pneumonie vermineuse du Lièvre, causée par le *Strongylus retortæformis* Zeder. — M. **Cuénot** étudie l'appareil lacunaire et les absorbants intestinaux chez les Etoiles de mer.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 Février 1896.

L'Académie procède à l'élection de deux Associés nationaux. MM. **Renaut** (de Lyon) et **Lépine** (de Lyon) sont élus. — M. **Jaccoud** insiste sur les conclusions qu'il a déjà formulées au sujet de l'origine hospitalière de la tuberculose; cette origine ne doit jamais être affirmée, car nombreux sont les cas de bacillose préexistante dans l'organisme. — M. **Ch.-A. François-Franck** communique ses recherches relatives à l'action du système nerveux sur la circulation pulmonaire à l'état normal et pathologique; il établit, d'une façon très nette, l'existence de nerfs vaso-moteurs pulmonaires. — Dans une introduction à l'étude de la prophylaxie médicamenteuse du paludisme, M. **J.-V. Laborde** formule en principe la proposition suivante, basée sur de nombreux faits : Toute substance médicamenteuse végétale ou minérale, véritablement active, dont on a déterminé, expérimentalement, l'action *élective* sur un élément anatomique et sur sa fonction, et dont on a déduit, par suite, les indications rationnelles au traitement de la maladie constituée par cette fonction troublée, est douée d'une action *préventive* à l'égard de cette maladie, de même qu'elle possède l'action curative.

Séance du 18 Février 1896.

M. **Simon Duplay** fait un rapport sur un mémoire du Dr **P. Delbet** relatif au traitement des kystes hydatiques de l'abdomen. Le procédé consiste à ouvrir largement le kyste, puis, après l'avoir capitonné et en avoir fermé l'ouverture, à le réduire dans l'abdomen et à suturer la plaie abdominale. Ce traitement ne présente pas les inconvénients de la méthode ordinaire, c'est-à-dire la lenteur de la guérison et la persistance de fistules intarissables. — M. **H. Marty** analyse un mémoire du Dr **Jeannel** (de Villefranche-sur-Mer) dans lequel l'auteur cherche à démontrer que le déboisement est une cause puissante de dépopulation. — M. **Ferrand** cherche à établir l'influence prépondérante de l'hérédité vis-à-vis de la contagion dans l'étiologie de la tuberculose. — M. **Péan** cite deux cas d'anévrysmes des os, accompagnés de tumeurs angiomateuses des parties molles avoisinantes, et traités par ablation complète. — M. le Dr **Kirmisson** lit un mémoire sur le *spina bifida*.

Séance du 25 Février 1896.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la IIIe Section (Pathologie chirurgicale). M. **Pozzi** est élu. — M. **Ferrand** fait un rapport sur un mémoire du Dr **Pize** (de Montélimart) dans lequel l'auteur signale l'avantage qu'il a trouvé à utiliser l'action analgésique du gaïacol appliqué sur la peau pour obtenir l'anesthésie de la surface cutanée d'une région localisée, et pouvoir ensuite exercer sur cette surface la cautérisation ponctuée, sans provoquer la douleur qu'entraîne toujours avec elle cette petite opération. — M. **Hérard** analyse un travail du Dr **de Valcourt** dans lequel l'auteur signale la bonne influence des bains de mer pris à Cannes pendant l'hiver par les enfants scrofuleux de l'Hôpital Dolfus. — M. **Weber** présente le rapport de la Commission nommée pour étudier la valeur de la tuberculine, comme moyen de diagnostic de la tuberculose bovine. La Commission conclut que la tuberculine est un moyen précieux de diagnostic et qu'il y a tout avantage à en recommander l'emploi. — MM. les Drs **Grasset** et **Vedel** communiquent le résultat de leurs recherches sur le diagnostic précoce de la tuberculose humaine par de faibles doses de tuberculine. Ils ont reconnu la complète innocuité des injections hypodermiques de tuberculine aux doses de 2 à 5 dixièmes de milligramme et on reconnu ainsi la tuberculose chez des malades dont le diagnostic nosologique était impossible. — M. le Dr **Galliard** lit un mémoire sur le traitement de certaines céphalées rebelles par le calomel.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Février 1896.

M. Bouty, président, annonce le décès de M. **Massieu**, ancien professeur à la Faculté des Sciences de Rennes. C'est lui qui avait introduit en Thermodynamique les fonctions caractéristiques, dont Helmholtz a tiré plus tard un si grand parti. — M. **Moulin** expose *une nouvelle théorie de la transformation de l'état des corps*. Admettant que les molécules sont des sphères dont les centres occupent les sommets d'un réseau de cubes, l'auteur exprime que l'équilibre existe entre trois forces : les deux premières, qui sont exercées par les seules molécules les plus voisines de celle qu'on considère, sont, l'une répulsive et en raison inverse de la distance, l'autre attractive et en raison inverse du carré de cette distance; enfin la molécule, étant élastique, sera capable d'extension à la manière des gaz et supportera une pression à sa surface qui sera en raison inverse du volume moyen, c'est-à-dire du cube de la distance des centres de deux molécules vosines. L'auteur montre comment on obtient ainsi l'équation des isothermes et retrouve le théorème des états correspondants. — M. **Perrin** expose les parties essentielles du mémoire de M. Röntgen sur les rayons X, en indiquant les expériences qu'il a réalisées lui-même[1] et projette plusieurs clichés. Il lit une lettre de M. **Joubin**, qui a produit des rayons de Röntgen en faisant passer dans le tube de Crookes les courants de haute fréquence obtenus par un dispositif de Tesla. Un alternateur de fréquence 54 envoie dans le primaire d'un transformateur un courant de 10 ampères, sous 50 volts; la tension secondaire est de 5.000 volts. Sur chacun des pôles du secondaire on intercale un condensateur de 0,1 microfarad avec une distance explosive de 5 centimètres entre les bornes d'un micromètre à étincelles. Le courant à haute fréquence provenant de la décharge est envoyé dans un transformateur à huile dont le secondaire est fermé sur un tube de Geissler. La durée de la pose est réduite à 30 secondes. — M. **Violle** indique comment il a pu obtenir des photographies en excitant la fluorescence dans une lampe à incandescence à l'aide de courants de Tesla; les électrodes sont extérieures : la cathode entoure la base de la lampe, l'anode est une bande de papier d'étain collée sur l'équateur de l'ampoule. — M. **Pfaundler**, professeur à l'Université de Gratz, adresse une épreuve de la photographie de la main d'une jeune fille montrant la position d'un morceau d'aiguille enfoncé dans les chairs depuis trois ans. La pose a duré quinze minutes. — M. Chappuis donne lecture d'un mémoire de M. **Dufour** (de Lausanne)[2]. L'existence des rayons X est liée intimement à celle de la fluorescence verte; la fluorescence bleue ne donne rien. L'emploi des courants de Tesla permet de réduire la pose de moitié; l'interrupteur rapide de M. Deprez donne de meilleurs résultats que celui de Foucault. Les rayons X déchargent très rapidement un corps électrisé; l'expérience a été faite avec des lames d'aluminium ou d'or collées sur ébonite et reliées à un électromètre; la tension initiale était 1.500 volts; on pouvait mesurer à 20 volts près. La déperdition est totale en quelques secondes; elle se ralentit quand on interpose divers corps sur le trajet des rayons; on peut ainsi mesurer les opacités relatives. — M. **Raveau** rappelle que les théories de la dispersion de Helmholtz, Ketteler et Dunle conduisent à des formules qui donnent, comme valeur limite de l'indice de tous les corps pour les radiations de période extrêmement courte, l'unité. Ces radiations ne pourraient ainsi se réfracter ni se réfléchir et présenteraient les caractères les plus saillants des

[1] Voir dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1896 (pages 66 et 67) l'article où M. Perrin a exposé en détail ses recherches.

[2] Voir dans la *Revue générale des Sciences* du 29 février 1896 (pages 191 à 193) la reproduction *in extenso* du mémoire de M. Ch. Dufour.

rayons X; il semble donc prématuré de conclure, avec M. Röntgen, à l'impossibilité de considérer ceux-ci comme des vibrations transversales de l'éther. — M. **Broca** pense qu'il n'y a qu'une différence de degré entre les rayons de Röntgen et les rayons de Lenard et qu'il serait nécessaire, avant de conclure, de déterminer plus exactement les conditions dans lesquelles ils se produisent. — M. **Violle** présente *un étalon photométrique à l'acétylène*. Il fait une étude rapide des différents étalons employés jusqu'ici. Le platine doit être employé à une température élevée, sans quoi sa couleur est rouge. Pour le charbon, il n'est pas bien certain qu'un courant déterminé produise toujours le même rayonnement et il est difficile de limiter la surface utile. Le rayonnement des toiles telles que celle du bec Auer varie beaucoup, en raison de l'influence considérable qu'exercent de petites quantités de divers oxydes et l'inégale volatilité de ces corps. L'étalon le plus employé jusqu'ici est la flamme. L'emploi d'un combustible solide donne des résultats très variables; la lampe Carcel a le grand avantage de brûler sans à-coups, mais elle varie constamment et il est impossible de baser une correction sur la variation du poids d'huile consommée. Il faut s'adresser aux gaz ou aux vapeurs; le gaz d'éclairage, brûlant dans un bec muni d'un régulateur Giroud et d'un écran de Metven, peut donner de bons résultats dans une grande ville où la composition du gaz varie très peu. La lampe à acétate d'amyle de Siemens n'est, à la vérité, qu'une lampe à alcool bien construite, mais la combustion d'une vapeur de constitution chimique constante qui vient brûler à l'extrémité d'un tube de diamètre fixe, fournit un bon étalon; les inconvénients sont la faiblesse de l'intensité (une bougie) et la teinte rouge de la flamme. Le pentane, employé dans l'étalon Vernon Harcourt, n'est pas assez volatil et le débit varie beaucoup avec la température du laboratoire. L'acétylène se prête très bien à la fabrication d'un étalon pratique, comme M. Violle l'avait déjà indiqué à la Société de Physique [1] le 21 juin dernier. Le gaz, comprimé dans une bombe, sort sous une pression de 30 centimètres d'eau; il passe par un petit orifice conique, facile à remplacer, entraîne l'air nécessaire à la combustion et vient brûler dans un bec du type Manchester. On a déterminé par le photomètre et la photographie la région de la flamme en papillon obtenue ainsi qui présente un éclat uniforme. La flamme est entourée d'une double enveloppe métallique qui la met à l'abri de l'influence de l'air environnant; on limite la partie utile par deux diaphragmes situés de part et d'autre : l'un, en iris, est mû par une tige graduée en bougies, l'autre peut porter des ouvertures de diamètre connu. On obtient ainsi des sources variant de 5 à 20 bougies; la flamme totale représente 100 bougies et on peut aller jusqu'à 125 en augmentant la pression. On peut faire varier la couleur de la flamme et par suite son degré d'incandescence : quand on augmente la pression, la flamme se frange d'une teinte rose, que l'on observe dans la combustion des carbures lorsqu'elle s'effectue à haute température. A une observation de M. Le Châtelier, M. Violle répond qu'il a pris toutes les précautions pour que l'ajutage conique restât parfaitement lisse et de diamètre constant; on le change facilement et on peut le nettoyer à l'aide d'un fil calibré; l'acier est la matière qui convient le mieux. — M. **H. Le Chatelier** signale l'inexactitude des mesures faites en vue de déterminer la température des flammes à l'aide d'un couple thermo-électrique; la soudure prend une température intermédiaire entre celle de la flamme et celle du milieu vers lequel elle rayonne. Il indique aussi que le pouvoir éclairant dépend essentiellement de l'intensité du bec; on brûle 1,5 litre d'acétylène dans un bec d'une bougie et la consommation n'est plus que de 1 litre à partir d'une intensité de 5 bougies.

C. Raveau.

[1] Voir la *Revue générale des Sciences* du 15 août 1895, p. 762.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J. Normand Lockyer, F. R. S. : **Sur le nouveau gaz obtenu de l'uraninite** (5e *note*). — J'ai essayé de montrer, dans mes dernières notes [1], que le spectre du gaz de la bröggérite est celui d'un mélange de gaz. Dans le but de prouver cette hypothèse, j'ai fait récemment de nouvelles observations, basées sur les considérations suivantes : 1° Dans un gaz simple comme l'hydrogène, quand la tension du courant électrique croît, premièrement, par interposition dans le circuit d'une bouteille de Leyde, puis par celle d'un interrupteur à air, l'effet est de faire croître l'éclat et la largeur des lignes, l'éclat et la largeur étant les plus grands quand l'interrupteur à air le plus long est employé. 2° Inversement, quand nous avons affaire à un gaz composé connu : à la plus basse tension, nous pouvons obtenir le spectre complet du composé sans la moindre trace de ses constituants, et nous pouvons ensuite, en augmentant la tension, passer aux lignes des constituants, jusqu'à ce que, quand la dissociation est complète, le spectre du composé disparaisse complètement. En me basant sur ces faits, j'ai étudié le spectre de l'étincelle passant, à la pression atmosphérique, à travers le ou les gaz distillés de la bröggerite. Le premier résultat est que toutes les lignes ne sont pas égales comme elles devraient l'être, s'il s'agissait d'un gaz simple. Le second résultat est que, à basse tension, la ligne 667 est relativement plus brillante que les autres lignes; en augmentant la tension, C et D_3 augmentent beaucoup d'éclat, 667 devenant plus faible, pendant que 447, vu facilement comme une étroite ligne à basse tension, s'élargit jusqu'à devenir invisible dans quelques tubes, ou, dans d'autres, s'élargit en devenant plus brillante (fig. 1). Ces observations

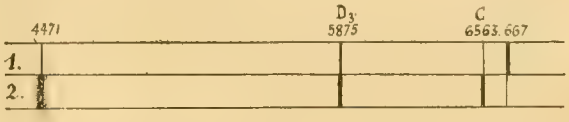


Fig. 1.

furent faites avec une batterie de 5 éléments de Grove; une réduction de 5 éléments à 2 n'eut d'autre influence sur le phénomène que la diminution de l'éclat. Il semble donc évident que l'effet d'une haute tension est de détruire un ou plusieurs composés, dont C, D_3 et 447 représentent les éléments constituants, tandis que 667 est la ligne des composés qui sont simultanément dissociés. L'inégale manière de se comporter de ces lignes a été observée dans d'autres expériences, dans lesquelles les produits de distillation de la bröggérite furent observés dans un tube à vide et photographiés à différentes périodes. Après le premier échauffement, D_3 et 4471 étaient larges, avant qu'aucune ligne, autre que celles du carbone et de l'hydrogène, eût apparu. En continuant à chauffer, 667, 5016 et 492 apparurent, quoiqu'il n'y eût aucune augmentation notable de l'éclat de la ligne jaune; un chauffage nouveau introduisit les lignes 5048 et 6347. Ces change-

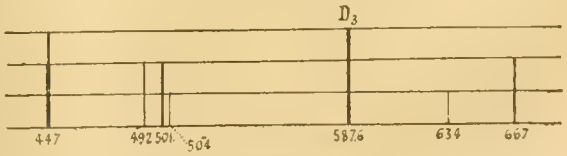


Fig. 2.

ments sont représentés graphiquement dans le diagramme de la figure 2. On reconnut plus tard que la

[1] Voir la *Revue* des 30 oct. 1895 (p. 952), 15 nov. 1895 (p. 991), 15 janv. 1896 (p. 47).

ligne jaune D_3 diminuait par moments, tandis que les autres lignes s'élargissaient. Les lignes observées par Thalen dans le bleu à $\lambda = 4922$ et 4715 n'ont jamais été vues dans ces expériences; cela vient probablement de ce que le minéral n'a pas été chauffé assez pour produire les gaz qui donnent ces lignes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

M. James Dewar, F. R. S. fait une communication sur la liquéfaction de l'air et sur ses recherches aux très basses températures. L'auteur, après avoir passé en revue tous les appareils dont on s'est servi pour la production des très basses températures, conclut que le meilleur et le plus économique est, en principe, celui dont Pictet s'est servi en 1878 dans ses célèbres expériences sur la liquéfaction de l'oxygène. Cependant, au lieu d'utiliser deux circuits d'acide sulfureux et d'acide carbonique, il est préférable de prendre, d'une part, un circuit d'éthylène (Cailletet et Wroblewsky), d'autre part, un circuit de bioxyde d'azote ou d'acide carbonique. En outre, au lieu de produire l'oxygène en chauffant dans une bombe de fer reliée au réfrigérateur du chlorate de potasse, procédé qui fournit la pression nécessaire à la liquéfaction, il vaut mieux se servir de gaz préalablement comprimé dans des tubes d'acier. Le robinet employé par Pictet pour produire l'expansion subite du gaz comprimé était placé en dehors du réfrigérateur; il est également préférable qu'il soit placé en dedans. — M. J. Dewar procède alors à la description d'un appareil de laboratoire basé, en partie, sur ces principes et destiné à produire la liquéfaction de l'oxygène ou d'autres gaz (fig. 1). Le corps réfrigérant est l'acide carbonique à la température de — 79°, sans évaporation. L'oxygène gazeux, refroidi avant l'expansion par le passage à travers un serpentin de cuivre immergé dans l'acide carbonique solide, traverse une fine ouverture sous une pression de 100 atmosphères. Au bout d'un quart d'heure, l'oxygène liquide commence à couler. Le récipient est à doubles parois séparées par un espace vide d'air; lorsque la paroi intérieure est, en outre, argentée, l'isolement vis-à-vis de la chaleur est le meilleur et le plus économique. — L'auteur a cherché ensuite à produire de l'air solide. Si l'on place dans un récipient globulaire argenté de l'air liquide, et qu'on le soumette à l'évaporation à basse pression, un demi-litre d'air solide peut être obtenu. Le solide est une gelée dure, transparente; dans le champ magnétique, de l'oxygène liquide se précipite vers les pôles. Ceci prouve que l'air solide est une pâte d'azote contenant de l'oxygène liquide. L'air solide ne peut être examiné que dans le vide ou dans l'hydrogène; à l'air, il fond instantanément, en liquéfiant l'air qui est autour de lui. — Dans d'autres expériences, M. Dewar a liquéfié de l'air contenu dans des flacons scellés. Deux flacons d'air sec, dont l'un renfermait des traces d'acide carbonique, furent liquéfiés côte à côte; l'un donna un liquide parfaitement clair; l'autre était troublé par suite de la présence de 0,04 °/₀ de CO_2. Les flacons furent alors refroidis jusqu'à ce que le contenu en devînt solide, puis on les brisa pour analyser l'air qui n'avait pas été condensé; l'une des prises donna 21,19 %, et l'autre 20,7 °/₀ d'oxygène. Ceci prouve, une fois de plus, que l'oxygène et l'azote de l'air se liquéfient simultanément, même en diminuant graduellement la pression, contrairement à l'opinion de M. Ramsay, qui pensait que l'oxygène, ayant le point de fusion le plus élevé, se liquéfiait le premier. — Le bioxyde d'azote a déja été liquéfié par Olszewski, qui l'a décrit comme incolore. M. Dewar, en solidifiant du bioxyde d'azote préparé de différentes manières, a toujours obtenu un corps presque blanc, fondant en un liquide *bleu*. La couleur est plus marquée au point de fusion qu'au point d'ébullition. — L'auteur s'est livré également à la détermination du poids spécifique d'un grand nombre de substances dans l'oxygène liquide; il en a déduit la densité de l'oxygène liquide. La valeur trouvée a été de 1,1375 (pression de 766^{mm},5), en se servant des substances suivantes : cadmium, argent, plomb, cuivre, iodure d'argent, spath calcaire, cristal de roche. La détermination directe donna 1,1378. Les résultats ont été corrigés d'après la loi de Fizeau sur la variation du

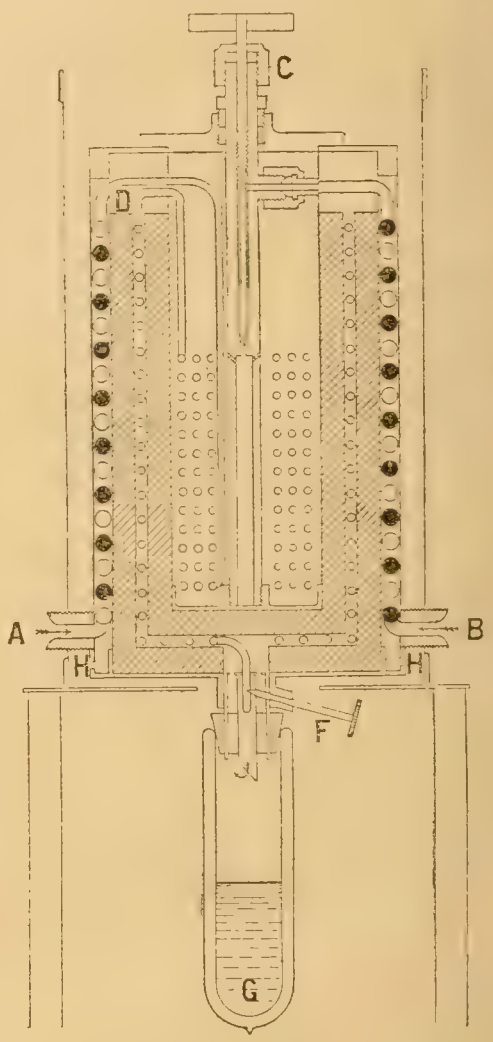


Fig. 1. — *Appareil de M. J. Dewar pour la liquéfaction des gaz.* — A, entrée de l'air ou de l'oxygène; B, entrée de l'acide carbonique; C, soupape pour la détente de l'acide carbonique; D, serpentin pour la récupération du froid; F, soupape pour la détente de l'oxygène; G, tube renfermant le gaz liquéfié; H, sortie de l'acide carbonique et de l'oxygène; o, tubes pour le passage de l'air; •, tubes pour le passage de l'acide carbonique.

coefficient d'expansion des solides. Le corps qui montra la plus grande contraction fut un bloc d'iode comprimé. — La densité de l'air liquide fut trouvée égale à 0,910, mais on n'est pas certain que les constituants de l'air liquide fussent dans la même proportion que pour l'air gazeux. En effet, si on laisse de l'air liquide dans un tube à vide, le point de fusion s'élève graduellement, l'élévation étant à peu près proportionnelle au temps dans la première heure. Mais la densité de l'air liquide n'atteint pas celle de l'oxygène pur. — Un jet d'hydrogène allumé brûle à la surface de l'oxygène liquide; de même, un morceau de graphite ou de diamant : il se forme alors une grande quantité d'ozone. — On connaît les expériences de Joule, Thomson, Regnault, sur la

température des jets gazeux sortant sous de fortes pressions dans un milieu à basse pression. M. Dewar a cherché à obtenir une pression telle que l'abaissement de température fût suffisant pour liquéfier une partie du jet gazeux. L'appareil employé est représenté dans la figure 2. C'est un tube renfermant un serpentin de 5 millimètres de diamètre, et de l'acide carbonique ou de l'air liquide pour refroidir le gaz avant l'expansion; A est un petit trou qui termine un tube de cuivre ou d'argent. Si de l'acide carbonique à la pression de 30 atmosphères, sort par cette ouverture, un liquide peut être aperçu à l'endroit où le jet frappe la paroi du récipient. Si de l'oxygène s'échappe sous une pression de 100 atm., et après avoir été préalablement refroidi à — 79° dans le récipient C, un jet liquide est visible. Un jet d'air liquide peut être produit avec une pression de 200 atm., et un refroidissement préalable à — 79°. La grande difficulté est de recueillir le liquide formé;

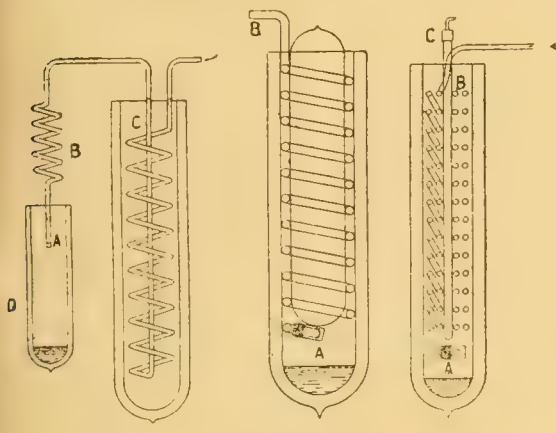


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

on peut en accroître la quantité en opposant une plus grande résistance à la sortie du gaz par le moyen du serpentin B. Pour arriver à un meilleur isolement, le serpentin peut être placé entre deux tubes à vide, comme dans la figure 3. L'orifice de sortie est muni d'une petite plaque de verre qui facilite la production du liquide. Avec ce simple appareil, sans refroidissement préalable et en usant d'une pression de 200 atm., l'air liquide commence à couler au bout de cinq minutes. Dans la figure 4, le serpentin est disposé en spires horizontales, laissant un espace central destiné à l'introduction d'un tube, dont on pourra se servir pour refroidir des corps ou examiner des gaz comprimés. L'ouverture A pouvant se boucher, il est préférable de la remplacer par un robinet mû du dehors par une vis. Le rendement de cet appareil est faible, mais il a de grands avantages; on peut atteindre de très basses températures et il peut servir à refroidir des corps. L'air liquide obtenu contient 50 % d'oxygène; s'il y a eu refroidissement préalable par l'acide carbonique, la proportion d'oxygène s'abaisse à 40 %. — Des expériences analogues ont été tentées pour tâcher d'obtenir une petite quantité d'hydrogène liquide à son point d'ébullition. Pour cela on ajouta d'abord à l'hydrogène environ 2 à 5 % d'azote; ce mélange, refroidi à — 200°, sous une haute pression, et soumis à la détente, produisit une bloc solide d'azote, contenant évidemment de l'hydrogène, car le gaz qui s'en évaporait brûlait violemment. En remplaçant l'azote par de l'air, on obtint un solide blanc, baignant dans un liquide de faible densité, et tellement volatil qu'il ne put être recueilli. De l'hydrogène pur, refroidi à 200° et comprimé à — 140 atm., ne donne aucun jet liquide; si l'hydrogène contient un peu d'oxygène, il se produit un liquide qui est de l'oxygène, contenant de l'hydrogène en solution, car les gaz qui s'en échappent sont explosifs. Si l'hydrogène, refroidi dans un bain d'air bouillant, se détend sous une pression de 200 atm., un jet liquide se produit au bout de quelque temps, et un liquide bouillonnant se rassemble au fond du tube, mais il ne s'accumule pas. M. Dewar eut l'idée de se servir de ce jet d'hydrogène comme réfrigérateur. Il le dirigea sur de l'air ou de l'oxygène liquide, placé au fond du tube; au bout de quelques minutes le liquide s'était transformé en solides blancs, ressemblant à la neige d'avalanches, différent de la gelée solide obtenue par d'autres procédés. L'auteur croit qu'on pourra se servir avec avantage de ce jet d'hydrogène liquide pour étudier les propriétés de la matière à 20 ou 30° du zéro absolu. Il est probable que, par ce moyen, on pourra arriver à liquéfier le fluor si l'énergie chimique de cet élément s'annule aux très basses températures comme celle de beaucoup d'autres corps. — M. **Ramsay** annonce, d'après une lettre qu'il vient de recevoir de Cracovie, qu'on est parvenu à produire l'hydrogène liquide dans un état d'ébullition tranquille. Le ménisque était très nettement visible, et on a pu déterminer le point critique et le point d'ébullition au moyen d'un thermomètre à résistance. — M. **Blount** donne quelques renseignents sur le procédé de Linde pour la liquéfaction de l'air.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Janvier 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Tacchini** présente e résultat de ses observations sur la planète Vénus, et les dessins qu'il en a faits à l'observatoire du Collège romain. M. Tacchini arrive aux mêmes conclusions que M. Schiaparelli, ayant reconnu que la rotation de Vénus s'accomplit en 224,7 jours. — M. **Millosevich** donne la continuation de ses observations de la comète Perrine. — M. **Zona** établit la latitude de l'observatoire de Catane, et, dans une deuxième note, s'occupe de l'orbite de sa comète 1890, IV. — M. **Pincherle**: De la validité effective de quelques développements en séries de fonctions. — M. **Levi-Civita** : Sur la distribution de l'électricité, produite par induction, dans un cylindre indéfini, par un système de masses.

2. Sciences physiques. — M. **Sella** : Mesures relatives à la composante horizontale du magnétisme terrestre sur le Mt Rosa, à Bielle et à Rome. — M. **Majorana** : Action d'un rayon lumineux, périodiquement interrompu, sur le sélénium. — M. **Garbasso** : De la double réfraction des rayons de force électrique. — M. **Zoppellari** décrit quelques phénomènes qu'il a observés dans la congélation des solutions diluées. Avec des solutions de permanganate potassique, de potasse chromique ou bichromique, d'anhydride chromique, il a vu la substance en solution se recueillir au milieu du reste du solvant très pur, en forme de bâton couvert de piquants. M. Zoppellari rappelle que le même phénomène s'observe dans les blocs de glace artificielle, où les petites bulles d'air se réunissent au milieu du bloc; et il dit que la séparation du corps en solution, paraît se produire d'une façon plus régulière et plus nette pour les sels qui ne contiennent pas d'eau de cristallisation. — M. **Paterno** s'occupe de l'action du phénol en cryoscopie.

3° Sciences naturelles. — M. **Pantanelli** étudie, dans une note, quelques échantillons de cuivre et de mercure natifs, qui ont été trouvés dans les Apennins de l'Emilie. — M. **Levisato** : Sur les grenats des îles de Caprère et de Sardaigne. — Mme **Traube-Mengarini** décrit plusieurs expériences qui démontrent que la peau, immergée dans son milieu physiologique, est imperméable. Ayant exécuté des recherches en modifiant la composition du milieu liquide, et ayant vu que les Protozoaires se comportent comme les Métazoaires, Mme Traube-Mengarini arrive à la conclusion que la peau humaine doit obéir aux mêmes lois. — M. **Tolomei** a fait des recherches, dont il donne la description, sur un ferment soluble qui se trouve dans le vin.

Ernesto Mancini.

CORRESPONDANCE

A PROPOS DES MUSÉES COLONIAUX

Monsieur le Directeur,

L'intéressante étude consacrée par M. Caustier, dans la *Revue* du 15 février dernier, au Musée Colonial de Haarlem et aux productions des Indes néerlandaises, en montrant aux lecteurs ce qu'on a pu faire dans un pays où les préoccupations coloniales tiennent depuis longtemps le premier rang, a dû leur faire penser aussi à ce que nous pourrions tirer de notre immense domaine colonial. Mais je crois qu'il est utile de compléter un renseignement fourni par l'auteur sur le budget de notre Exposition permanente des Colonies. Ce budget n'est pas affecté simplement au musée : l'Etablissement constituait, jusqu'à ces derniers jours, un Service détaché du Ministère, comprenant à la fois les *Renseignements commerciaux* et la *Colonisation* avec l'*Exposition* proprement dite. Cette organisation, qui datait du 1er octobre 1894, a déjà produit, sans dépenses nouvelles, des résultats assez considérables pour qu'il ne soit pas inutile de les faire connaître.

Le Service des *Renseignements commerciaux* s'est mis à la disposition des commerçants et des colons pour fournir aux uns et aux autres toutes les indications nécessaires, à la fois sur l'utilisation possible des produits coloniaux par la métropole et sur les objets de fabrication française qu'il importe de faire connaître aux colonies; il a provoqué, de la part des administrations locales, des enquêtes minutieuses sur les productions naturelles de nos possessions et sur les cultures qu'on y a tentées; le Bulletin de l'Exposition s'est transformé en une *Revue Coloniale*, organe important, malheureusement trop peu répandu, où se trouvent rassemblés les documents économiques intéressant les colonies françaises et étrangères.

Le Service de la colonisation, de son côté, a été assailli d'une multitude de demandes émanant de compatriotes désireux de coloniser, et, pour guider ces émigrants volontaires, pour leur épargner les soucis de la première heure, il a publié et distribué gratuitement de nombreuses notices.

Il a secondé, dans la plus large mesure, les louables efforts du gouverneur actuel de la Nouvelle-Calédonie pour provoquer la petite colonisation; et, par son intermédiaire, chacun des paquebots des cinq derniers mois a transporté une moyenne de dix familles *pourvues des capitaux nécessaires pour coloniser efficacement.*

En ce qui concerne le musée lui-même, les vitrines ont été, en partie, revues; des produits utiles ont pris la place d'objets sans utilisation possible, et, au mois d'avril dernier, une exposition spéciale des productions de Madagascar attirait au Palais de l'Industrie un grand nombre de visiteurs. Ce sont là des efforts et des résultats qu'il semble intéressant de signaler. On n'a pas cru devoir, il est vrai, modifier de fond en comble l'organisation du musée et le débarrasser du fatras d'objets inutiles ou sans intérêt qui l'encombrent: c'est que, le Palais de l'Industrie étant menacé d'une prochaine disparition, il ne paraissait pas opportun d'entreprendre une réorganisation nécessairement dispendieuse au moment où le transfert dans un autre local allait s'imposer. — Si l'Exposition permanente des Colonies n'est pas visitée comme elle devrait l'être ; si elle n'a pas toujours rendu tous les services qu'on était en droit d'en attendre, ne nous en prenons pas trop à ceux qui y ont dépensé leurs efforts, mais bien plutôt à la singulière idée qu'on a eue d'ouvrir une exposition sur une promenade déserte, dans un local des plus défectueux, en des salles immenses n'ayant d'autre dôme que l'immense vitrine du Palais de l'Industrie, exposées à la pluie, transformées en serres par le soleil d'été et en véritable glacière par les froids de l'hiver. C'est bien là l'image de notre système colonial : faire grand, ne jamais viser au pratique.

Ces critiques, adressées surtout à l'installation matérielle de l'Exposition elle-même, ne sauraient vouloir entraver une œuvre en voie de transformation, qui a, au cours de l'expérience récente dont nous venons de dire quelques mots, donné tant de preuves de sa vitalité; nous espérons qu'un local approprié sera enfin consacré à l'Exposition permanente et que le public y trouvera autre chose que le plaisir des yeux, mais encore un véritable enseignement, car l'Exposition doit être, avant tout, le tableau fidèle de la situation économique des colonies ; les objets n'y doivent figurer qu'avec des notices détaillées sur leur production et sur leur emploi possible. Nous désirons y voir organiser des conférences, des démonstrations techniques; nous voudrions voir l'Exposition devenir un véritable foyer de colonisation, un *Institut Colonial* [1], si l'on veut, où viendraient se retrouver et échanger leurs vues les voyageurs, les colons, les commerçants, les fonctionnaires et tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent à l'avenir des colonies françaises, et où viendraient aussi converger tous les efforts des Sociétés de géographie et de colonisation qui, en conservant leur autonomie, rendraient d'autant plus de services qu'elles formeraient un faisceau plus compact et plus étroit. — Qu'importent quelques milliers de francs quand il s'agit d'assurer l'avenir économique de colonies qui nous ont coûté tant de sacrifices de toutes sortes ! Et c'est cet avenir qu'on a peut-être trop sacrifié jusqu'ici à des préoccupations d'ordre purement politique.

Un Institut colonial, tel que nous l'avons entrevu, créerait évidemment en faveur de nos colonies un courant d'irrésistible intérêt; on apprendrait, sans doute, que les capitaux de la métropole peuvent affluer vers d'autres entreprises que des mines d'or imaginaires. De généreux donateurs ne manqueraient pas pour une œuvre d'intérêt si général ; les chambres de commerce et les municipalités prêteraient un concours précieux; la presse ne ménagerait pas son appui ; et la *Revue générale des Sciences*, qui a déjà prouvé, en plusieurs occasions, l'intérêt qu'elle porte au développement économique de nos colonies, voudra être la première à faire germer l'idée de cet *Institut Colonial.*

Veuillez agréer, etc. Henri LECOMTE,
Docteur ès sciences.
Professeur au lycée Saint-Louis,
ex-chargé de mission au Congo.

La Revue *s'associe pleinement à ce souhait de M. H. Lecomte. En faisant connaître le rôle de la science dans les services coloniaux de divers pays étrangers, son but est d'appeler sur ces questions, — très négligées chez nous, — l'attention des savants. Leur intervention pour guider l'opinion publique, — si ignorante en ces matières comme en tant d'autres, — sera d'autant plus efficace qu'elle s'affirmera plus hautement. Nous croyons savoir que le récent article de M. Caustier sur le Musée colonial de Haarlem a déjà très heureusement disposé l'administration compétente en faveur de la création d'un* Institut Colonial *à Paris.* LOUIS OLIVIER.

[1] Notre éminent ami M. le Professeur Heckel, si dévoué à la cause coloniale, a déjà organisé à Marseille un Etablissement de ce genre avec l'appui éclairé du grand commerce marseillais.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* LOUIS OLIVIER

7e ANNÉE N° 6 30 MARS 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

537,53

A PROPOS DES RAYONS DE RŒNTGEN

Deux hypothèses principales se disputent actuellement l'explication du phénomène de Rœntgen. L'une voit dans les rayons X des vibrations ultra-violettes de très courte période; l'autre les considère comme une émission continue, analogue à la production du champ électrostatique, et les attribue, en conséquence, au flux ininterrompu d'une portion de l'éther [1].

Ne peut-on se demander si, à la limite de réduction de la période vibratoire, les deux modes de l'énergie — vibration et transport de masse, — se confondraient. On aurait alors le passage *complet* et définitif du monde de la radiation ou de l'Optique [2] au monde de l'Électricité.

Déjà Hertz avait rattaché l'*induction* à la vibration. Mais le courant électrique, le champ électrostatique ne paraissaient pas relever d'une cause semblable. La transformation de la *vibration* en *écoulement*, vers la limite de réduction de la période vibratoire, relierait donc, pour la première fois, le domaine *entier* de l'Électricité à celui de la Lumière.

Est-il permis de poser ainsi la question? Peut-on, sans hérésie, songer à unifier, dans le sens que nous venons d'indiquer, les deux hypothèses soulevées par la découverte des rayons X? Il semble intéressant de faire, sur ce point, appel à la compétence des physiciens-mathématiciens.

A propos des mêmes rayons, nous voudrions aussi soumettre aux lecteurs la remarque suivante :

On a beaucoup parlé de l'intérêt qu'offre, pour la Chirurgie, la méthode de Rœntgen. Mais jusqu'à présent, — du moins à notre connaissance, — rien n'a été dit de la possibilité d'appliquer cette méthode à l'étude des infiniment petits. Nous croyons cependant que, si les rayons X se raccordent au spectre, comme les récentes expériences de M. H. Becquerel tendent à le démontrer [1], ils apporteront à la micrographie un secours très précieux.

La théorie de la Lumière autorise cet espoir. On sait que nous sommes arrivés à la limite du pouvoir séparateur des microscopes. Quelques perfectionnements que l'on fasse subir à ces instruments, on n'augmentera guère la netteté avec laquelle ils nous permettent aujourd'hui de distinguer les plus petits détails des objets soumis au grossissement. La raison est celle-ci : un point lumineux géométrique donne pour image non pas un point lumineux, mais bien une petite tache. Au moyen d'une même source lumineuse homogène, produisons deux de ces petites taches, assez rapprochées pour qu'elles empiètent l'une sur l'autre. Pour une même distance entre leurs centres, la grandeur de cet empiétement est proportionnelle à la longueur d'onde de la radiation employée. Donc, plus la lumière choisie pour éclairer le microscope sera réfrangible, autrement dit plus ses vibrations seront de courte longueur d'onde, mieux on distinguera les petits objets. La photographie, telle qu'elle est pratiquée actuellement, nous permet, pour cette raison, de déceler des détails qui échapperaient forcément au meilleur œil armé du meilleur des microscopes. Mais la découverte de Rœntgen semble promettre d'abaisser encore bien davantage la limite de petitesse des objets susceptibles d'être discernés au microscope. Si, en effet, les rayons X sont de l'ordre de l'ultra-violet actuel, mais d'onde encore beaucoup plus courte, ils pourront inscrire sur la plaque sensibilisée des détails notablement plus petits que ceux que la photographie ordinaire nous révèle. Mais, pour employer ces rayons, il faudra savoir les réfléchir et les réfracter, — ce que les expériences, en cours, de M. H. Becquerel paraissent être sur le point de nous apprendre. Alors la Biologie se trouvera dotée d'une nouvelle et très puissante méthode d'investigation.

Louis OLIVIER.

[1] Voyez à ce sujet les articles de M. Raveau, du Professeur Lodge et de Lord Kelvin dans le dernier fascicule de la *Revue*.

[2] La Chaleur y étant comprise.

[1] La *Revue* a relaté les conclusions du savant physicien dans sa dernière livraison. Les deux notes présentées par M. Becquerel à l'*Académie des Sciences* seront prochainement analysées ici.

536.4)
541,8)

LES FAUX ÉQUILIBRES CHIMIQUES

SURFUSION ET SURSATURATION

L'état d'agrégation dans lequel doit se trouver une masse donnée d'un corps est généralement défini sans ambiguïté par les conditions physiques qui lui sont imposées. Toutefois, ce principe admet quelques exceptions, évidentes lorsque le corps en question est susceptible d'éprouver des transformations non réversibles, et plus fréquentes qu'on ne serait tenté de le croire, même en l'absence d'une telle transformation. L'état physique qui existe à un moment donné se prolonge parfois au delà des conditions ordinaires dans lesquelles il s'établit ; il se produit un retard de transformation pendant lequel le corps se trouve dans un état de faux équilibre, suivant l'heureuse expression de M. Duhem.

L'eau contenue dans un tube de verre très étroit, ou nageant dans l'huile à l'état de fines gouttelettes, peut être amenée à une température élevée sans entrer en ébullition. La transformation en vapeur se produit alors brusquement avec une petite explosion. Inversement, la vapeur d'eau reste suspendue dans l'atmosphère lorsque le point de rosée est depuis longtemps dépassé ; il suffit, pour cela, que l'air soit absolument privé de poussières. Dès qu'on mélange à de l'air ainsi sursaturé de vapeur d'eau une petite quantité de gaz non filtré, chaque particule de poussière devient un centre de condensation, de telle sorte qu'un petit nuage ou même une véritable pluie en miniature se forme instantanément dans le récipient servant à l'expérience. Ce phénomène, étudié par M. Aitken et par le regretté R. von Helmholtz, est si régulier, qu'on a pu s'en servir pour déterminer le nombre des poussières que l'air contient généralement en grande quantité.

Parmi ces phénomènes de faux équilibre, il en est deux dont l'examen est particulièrement facile et suggestif : nous voulons parler de la *surfusion* et de la *sursaturation*, qui feront l'objet de cette étude. Ils ont, du reste, plus d'un caractère commun, et l'expérience ne peut pas toujours les isoler l'un de l'autre ; au contraire, ils s'enchevêtrent si bien que, comme nous le verrons, c'est en utilisant convenablement l'un d'eux que l'on produit l'autre dans la plupart des cas difficiles.

I

La *surfusion*, que l'expérience quotidienne ferait envisager comme un phénomène rare et exceptionnel, est très fréquente au contraire lorsqu'on se place dans les conditions favorables à sa production. S'il est peu de corps qui permettent d'établir de grandes différences entre leur température de solidification normale et la température la plus basse à laquelle on puisse les maintenir liquides, un très grand nombre, au contraire, présentent ce phénomène avec une plus ou moins grande intensité.

Quelques corps peuvent être amenés à l'état liquide beaucoup au-dessous de leur température normale de solidification ; nous citerons en particulier l'eau qui se congèle, dans certaines conditions, à — 34° ; l'hyposulfite de soude (point de fusion 48°), que l'on peut amener à une température inférieure à zéro ; le soufre (point de fusion 113°,6), qui reste liquide à 90°.

Parmi les corps appartenant à la Chimie minérale, les sels poly-hydratés de sodium ou de calcium (sulfate, hyposulfite, chromate, phosphate de sodium, chlorure, nitrate de calcium) sont ceux qui entrent le plus facilement en surfusion. Nous citerons, parmi les corps organiques, quelques acides de la série grasse (acétique, formique) et les composés aromatiques ayant les caractères des alcools ou des cétones. Tels : la benzophénone, le thymol, le paracrésol. Les points de fusion de ces corps sont respectivement à 49°, 49°,5, 34°, tandis que les deux derniers peuvent être amenés à zéro, la benzophénone même à — 15° sans présenter des traces de solidification.

Les circonstances dans lesquelles se produit la surfusion exercent la plus grande influence sur le phénomène.

Les mouvements du liquide ont une action très variable ; l'eau surfondue se congèle à la moindre vibration, tandis que le thymol reste liquide à une température de 50 degrés inférieure à son point de fusion normal, même lorsqu'on l'agite vigoureusement.

La nature des parois est un autre facteur important de variation : tel corps, que l'on maintient aisément surfondu dans un vase à parois lisses, du verre par exemple, se solidifie normalement dans un vase en platine, qui présente toujours quelque rugosité.

Les dimensions de la surface libre, la présence de bulles d'air dans la masse, la quantité même de liquide sont autant de causes de variation du phénomène.

Les résultats les plus constants sont obtenus

dans des tubes de verre étroits, presque capillaires, que l'on ferme à la lampe pour éviter le contact des poussières cristallines. Cette dernière circonstance est, en effet, la plus importante, un corps, qui a résisté à toutes les tentatives de solidification, abandonnant l'état liquide dès qu'il se trouve au contact d'un cristal de même nature, ou au moins isomorphe, pour peu que sa température soit inférieure à celle de la fusion normale.

II

La première question qui se pose, dans l'étude qui nous occupe, est celle de la limite de la surfusion; et, d'abord, existe-t-il une limite absolue, au-dessous de laquelle un corps donné ne puisse pas être maintenu à l'état liquide? S'il en est ainsi, la limite en question est une nouvelle constante caractéristique des corps, au même titre que la température de fusion normale, ou la température critique. Cette dernière a été souvent nommée la *température d'ébullition absolue*, et l'on pourrait, par analogie, nommer *température de solidification absolue*, celle au-dessous de laquelle un corps ne peut plus être maintenu liquide [1].

L'extrême variabilité du phénomène et la difficulté d'affirmer toujours que l'on a écarté toutes les causes possibles d'une solidification prématurée rendent la réponse quelque peu hésitante. Toutefois, l'affirmative est infiniment probable, et l'on peut même, dans bien des cas, indiquer, avec une assez grande approximation, quelle est cette température. La méthode est fondée sur cette remarque, que la durée de conservation d'un corps surfondu dépend de sa température. Cette solidification se produit toujours, en effet, au bout d'un temps plus ou moins long [2]. Et, si l'on fait de nombreuses expériences dans des conditions semblables, on peut calculer la durée moyenne du phénomène. Cette durée diminue à mesure que l'on s'éloigne du point de fusion, de telle sorte que l'on peut, par un procédé d'extrapolation, déterminer la température à laquelle la solidification se produit instantanément.

Le thymol, dont nous avons déjà parlé, reste liquide pendant plusieurs heures à 5° ou 6°, se congèle en vingt minutes à 0°, et, plongé dans un mélange réfrigérant, se solidifie instantanément, tandis que le thermomètre placé dans la masse indique une température de — 3° à — 6°.

La température de congélation absolue du thymol est donc vraisemblablement —6°; de même, celle de l'acétate de plomb serait, d'après M. Gernez, de 27°.

La vitesse de propagation de la cristallisation dans un liquide surfondu est une autre caractéristique du phénomène, analogue, à plus d'un égard, à la propagation d'une onde explosive.

Pour l'étudier, il est nécessaire d'enfermer le liquide dans un tube de verre étroit, de telle sorte que la surface de séparation du solide et du liquide s'avance parallèlement à elle-même. On provoque la solidification à l'aide d'un cristal.

Les expériences faites sur le phosphore, le phénol, le crésol, ont démontré, tout d'abord, que, dans des conditions identiques, la vitesse de cristallisation est constante, et d'autant plus grande que la température est plus basse. Pour le soufre, étudié par M. Gernez, le phénomène est compliqué en raison, sans doute, des modifications allotropiques que présente ce corps.

III

Au moment de la solidification d'un liquide surfondu, la température s'élève, et c'est là le signe le plus évident de la surfusion. Lorsque la température n'a été que peu abaissée, la chaleur dégagée suffit pour faire remonter la masse jusqu'à la fusion normale, auquel cas le corps conserve en partie l'état liquide; mais la masse entière peut aussi se solidifier si l'écart de température était suffisant.

La quantité de chaleur dégagée pendant la solidification d'un liquide surfondu se déduit de la chaleur latente, dans les conditions normales, et des chaleurs spécifiques des corps solide et liquide, par une relation qui découle comme une évidence du principe de la conservation de la chaleur. Cette relation a été mise pour la première fois en lumière par Person, qui la déduisit de ses propres expériences, confirmées par toutes les recherches faites depuis lors sur cette question.

Cette loi indique simplement que la chaleur dégagée au moment de la solidification d'un liquide surfondu est inférieure à celle qui est produite normalement, de la différence des quantités de chaleur dégagées pendant le refroidissement de la même masse du corps solide et liquide entre le point de fusion normal et la température considérée.

Parmi les expériences récentes qui ont apporté un nouvel appui à la loi de Person, nous citerons les mesures directes de M. Petterson, et les recherches, beaucoup plus générales, de M. Berthelot, consistant à dissoudre, dans l'eau d'un calorimètre,

[1] Disons toutefois que l'analogie n'est pas parfaite, puisque les transformations autour du point critique sont réversibles, tandis qu'elles ne le sont pas autour du point de solidification absolue dans le cas de la surfusion.

[2] Cette affirmation est peut-être trop absolue. La glycérine, par exemple, reste liquide pendant un temps indéfini à une température bien inférieure à celle de sa fusion, à tel point qu'un heureux hasard seul a montré qu'elle est cristallisable. (Note de la Direction.

un corps solide, ou bien la même quantité de ce corps à l'état de surfusion.

IV

Nous pouvons maintenant aborder la question à un point de vue général, et grouper les faits connus pour chercher à déterminer la constitution des liquides surfondus.

Malheureusement, la seule propriété de ces corps qui ait été bien étudiée est leur chaleur spécifique [1]. Les résultats de l'expérience montrent que cette propriété se rattache, pour les corps surfondus, à sa valeur à l'état liquide normal. Le point de fusion n'est marqué par aucune particularité de la courbe, qui présente, en cet endroit, tout au plus dans certains cas, un maximum peu accentué; nous en conclurons que, dans une masse surfondue, la molécule a conservé les propriétés qu'elle avait dans le liquide normal.

La solubilité des liquides surfondus va nous faire pénétrer plus intimement cette idée en même temps qu'elle nous conduira tout naturellement à l'étude de la *sursaturation*.

La théorie nous dit qu'un liquide surfondu doit être plus soluble que le même corps à l'état solide. En effet, l'ensemble des phénomènes physico-chimiques conduit à une loi tout à fait générale, que l'on peut exprimer en disant que *deux systèmes en équilibre avec un troisième sont en équilibre entre eux ;* et, inversement, que *deux systèmes qui ne sont pas en équilibre avec un troisième ne peuvent pas l'être entre eux* [2].

Or, comme le liquide surfondu n'est pas en équilibre avec le cristal qui se forme à ses dépens, l'un et l'autre ne peuvent pas être simultanément en équilibre avec le dissolvant. Le corps surfondu, étant à l'état instable, est forcément plus soluble, ce que l'expérience vérifie.

Les expériences de M. Walker ont montré, en effet, que les courbes de solubilité de la paratoluidine dans l'eau, ou de la glace et de l'eau dans l'éther, présentent un point anguleux à la température de fusion normale, de telle sorte que, si l'on prolonge la courbe correspondant à l'état liquide, elle passe au-dessus de celle qui convient à l'état solide (fig. 1).

Le petit nombre des expériences que l'on possède conduisent toutes au résultat prévu par la théorie ou déduit par l'extrapolation. Par exemple, l'hyposulfite de soude, préalablement surfondu, se mélange à l'eau en toutes proportions. Il en est de même du thymol avec l'alcool.

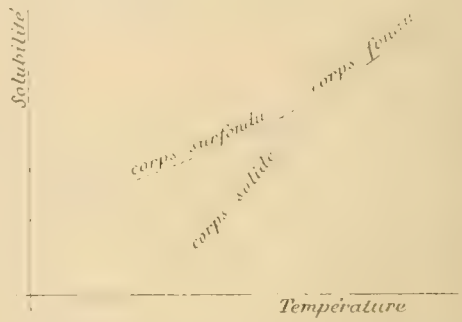


Fig. 1. — *Diagramme de la solubilité du même corps, solide, fondu ou surfondu, en fonction de la température.* — Les courbes correspondant aux états fondu et surfondu se suivent sans aucune singularité au point de fusion.

Ces observations nous permettent de donner la vraie théorie des expériences très intéressantes de M. Alexeief, que cet auteur avait interprétées d'une façon qui nous semble erronée. Dans ses recherches sur la solubilité réciproque des liquides, M. Alexeief observe que l'acide benzoïque et l'acide salicylique fondent dans l'eau à une température inférieure à leur point de fusion normal; la solution saturée, qui s'amasse alors au-dessus des acides fondus, est plus concentrée que la solution saturée des mêmes corps solides. La différence entre les deux solutions est assez considérable : la concentration dans le premier cas est, par exemple, de 8 %, dans le second, elle n'est que de 2,1 %.

Pour rendre compte de ces phénomènes, M. Alexeief suppose l'existence de solutions isomères, dont les unes contiendraient de l'acide solide, les autres de l'acide liquide; les corps à l'état liquide seraient, en général, plus solubles qu'à l'état solide.

Selon nos idées modernes, il ne semble pas possible d'admettre que la solution contienne soit de l'acide solide, soit de l'acide liquide: pour que l'on pût affirmer l'isomérie des deux solutions, il faudrait démontrer d'abord que les propriétés sont différentes dans les deux cas. Or, tout ce que nous savons porte à croire que les propriétés sont identiques.

Le phénomène devient, au contraire, très naturel, si l'on suppose que l'acide, liquéfié en présence de l'eau, est à l'état surfondu, et possède, par conséquent, une solubilité supérieure à celle de l'acide solide.

[1] Nous ajouterons que les quelques cas dans lesquels la dilatation a été poursuivie au-dessous du point de fusion, confirment absolument les arguments tirés de la chaleur spécifique. L'eau, par exemple étudiée par Isidore Pierre, MM. Weidner, Marek, P. Chappuis, continue à augmenter de volume jusqu'à —13°, limite des expériences.

[2] Si l'on prépare, par exemple, une solution aqueuse d'hydrogène sulfuré à une pression donnée du gaz, cette solution précipite, d'une solution de chlorure de zinc, la même quantité de sulfure de zinc que l'hydrogène sulfuré gazeux précipite sous la même pression.

V

Si les travaux sur la surfusion et le phénomène intermédiaire de la solubilité des liquides surfondus sont relativement peu nombreux, il n'en est pas de même de la *sursaturation*, qui a été beaucoup étudiée depuis que Gay-Lussac la découvrit au commencement de ce siècle. Elle doit cette préférence au désir de vérifier les théories nombreuses et contradictoires émises pour en rendre compte.

Si nous laissons de côté les travaux de Gay-Lussac lui-même, ceux de Loewel et de quelques autres physico-chimistes, c'est à M. Gernez que nous sommes redevables du plus clair de nos connaissances touchant cette question.

On a pensé, pendant longtemps, que la sursaturation était propre aux sels hydratés, parce que les sels polyhydratés de soude et les aluns se distinguent par leur facilité à produire ce phénomène. Mais on sait aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Gernez, qu'il n'est pas limité à ce groupe de corps. Le nitrate d'argent, par exemple, entre facilement en sursaturation dans l'eau.

L'intensité de la sursaturation varie d'un corps à l'autre; le sulfate et l'hyposulfite de soude, par exemple, se sursaturent fortement, le bichromate de potasse beaucoup moins. Les acides organiques, tartrique et citrique, le sucre de canne, le sucre de lait, donnent aussi des solutions sursaturées.

Les solutions sursaturées peuvent être préparées aisément en partant de la propriété très fréquente des sels d'augmenter de solubilité à mesure que la température s'élève. Au besoin, on préparera la solution sous pression en vase clos, et on la laissera se sursaturer par le refroidissement. Lorsque ce procédé ne réussit pas, on peut aborder l'expérience avec succès en faisant distiller avec précaution une partie du dissolvant. Enfin, en se servant de liquides surfondus, on peut pousser la sursaturation jusqu'au quadruple ou au quintuple de la saturation. Dans ces opérations, on devra observer les mêmes précautions que dans la préparation des corps surfondus, et pour les mêmes causes. Ce n'est qu'après de patients et longs essais que l'on peut affirmer qu'un corps est incapable de fournir une solution sursaturée. On a réussi même à obtenir des solutions d'azotates de cadmium, de cuivre et de cobalt dans l'alcool, de sulfate de cuivre et de fer dans la glycérine, de soufre et de phosphore dans la benzine, le toluène ou le sulfure de carbone.

Si le corps dissous ne présente pas de modification allotropique et ne peut entrer en combinaison avec le dissolvant, ce sera toujours le même corps unique qui se précipitera de la solution. Le phénomène change, si le sel dissous peut donner avec le dissolvant (l'eau) plusieurs hydrates différents. Chaque hydrate possède alors sa courbe de solubilité distincte, et, si l'on parle alors de sursaturation, il est nécessaire d'indiquer celui d'entre eux qu'on a en vue. M. Nicol a observé que les solutions très concentrées de sulfite de soude déposent le sel Na^2SO^3, $7H^2O$, si on les met en contact avec un cristal heptahydraté, et par contre le sel Na^2SO^3, $10H^2O$, si le contact se produit avec un cristal décahydraté. Outre l'intérêt qu'elles présentent par elles-mêmes, ces expériences nous fournissent de sérieux arguments contre la théorie des hydrates, puisque les solutions sursaturées déposent un sel qui ne dépend nullement de la modification employée pour les produire, et uniquement du cristal qui provoque le précipité. Il paraît donc évident que l'hydrate ne préexiste pas dans la solution, mais qu'il se forme au moment où se produit le contact avec le cristal.

Le sel dissous se précipite toujours lorsqu'on abaisse suffisamment la température, et, malgré le manque de données précises, on peut affirmer, avec une grande probabilité, qu'il existe une température déterminée à laquelle chaque solution sursaturée cristallise immédiatement. Cette température est aussi difficile à fixer que le point de solidification absolue des liquides surfondus. Elle dépend, en première ligne, de la nature particulière du corps dissous : une solution d'acétate de soude, contenant jusqu'à 200 °/₀ de sel ne cristallise pas, même à la température de —20°; les solutions d'alun cristallisent vers 0°, celles d'acétate de plomb vers 15°.

Le degré de sursaturation joue aussi un rôle prépondérant : moins la solution est sursaturée, plus on peut abaisser la température sans craindre la cristallisation. Dans des solutions peu sursaturées, qu'on obtient, en général, avec des corps peu solubles, on arrive parfois à abaisser la température jusqu'au point de congélation du dissolvant; si l'on opère avec des solutions aqueuses, il se forme de la glace, qui reste en fines aiguilles en suspension dans le liquide. La solution devient alors plus concentrée.

A la tendance plus ou moins développée de cristalliser spontanément se rattache sans doute la vitesse avec laquelle la cristallisation, une fois commencée, se propage dans la solution. Les résultats obtenus par M. Gernez sont très compliqués et prouvent que nous avons affaire à un phénomène dépendant de plusieurs facteurs. Pour une même solution cette vitesse est d'autant plus grande que la température est plus basse; il est donc évident que, la température restant constante, la vitesse sera d'autant plus grande que la solution est plus concentrée.

Comme les liquides surfondus, les solutions sursaturées possèdent des propriétés analogues à celles des solutions dans lesquelles le corps dissous n'est pas en excès dans le dissolvant. Les propriétés physiques des solutions traversent le point de saturation sans discontinuité.

Plusieurs propriétés ont été ainsi suivies à travers le point de concentration. La conductibilité électrique a été étudiée par M. C. Heim, les chaleurs spécifiques et les densités par M. Bindel, la dilatation et la viscosité par M. Nicol.

Dans ses recherches sur la chaleur de dissolution, M. Bindel mesurait la différence des chaleurs dégagées soit en dissolvant un corps solide dans l'eau du calorimètre, soit en y ajoutant la même quantité de sel préalablement contenue dans une dissolution sursaturée.

Cette méthode, analogue à celle qu'a indiquée M. Berthelot pour les sels surfondus, est d'une grande généralité.

Il n'est pas inutile d'insister sur un détail de ces expériences qui, si l'on n'y prenait pas garde, conduirait à des erreurs plus ou moins grossières : la seule dilution d'un sel dans l'eau, à partir du point de concentration, est accompagnée d'un phénomène thermique, qui se superpose au dégagement ou à l'absorption de chaleur produit par la dissolution ; on n'opère donc dans des conditions comparables que si l'on amène la solution finale à la même concentration. Le procédé le plus simple consiste à ramener les résultats à une dilution infinie ; ainsi, la chaleur de dissolution est toujours augmentée de toute la chaleur de dilution.

VI

Arrivé au terme de notre étude, il convient de l'embrasser d'un coup d'œil pour en dégager les traits généraux.

Nous avons énuméré, au début, un certain nombre de ces phénomènes qualifiés par M. Duhem de *faux équilibres*. La Chimie nous en offre une profusion telle que, lorsqu'ils relèvent de son domaine, on ne les désigne par aucun nom particulier. L'hydrogène et l'oxygène gazeux, par exemple, peuvent rester indéfiniment mélangés sans présenter la moindre trace de combinaison.

Ce fait constitue un faux équilibre au même titre que la surfusion, la sursaturation ou les retards d'ébullition et de liquéfaction.

Ces phénomènes ont été élucidés pour la première fois par M. Gibbs ; nous ne pouvons qu'esquisser ici l'idée fondamentale de sa théorie.

Les changements d'état peuvent être envisagés comme des fonctions d'une certaine grandeur que l'on nomme le potentiel thermodynamique [1]. Si, pour des conditions extérieures données, une particule du corps possède le potentiel F, on admet, en général, qu'une masse M aura le potentiel MF.

Ce principe ne serait exact que si les particules élémentaires étaient assez éloignées les unes des autres pour n'avoir aucune action mutuelle. Cette condition n'étant pas satisfaite en général, il est nécessaire d'ajouter à l'expression approchée du potentiel un terme φ qui dépend exclusivement du groupement des particules, et de leurs actions réciproques. Si M est très grand, le terme MF est lui-même très grand par rapport à φ, et les phénomènes sont normaux.

On constate, en effet, qu'il est impossible de surchauffer un quantité d'eau un peu considérable, de même qu'un liquide surfondu ne reste longtemps liquide qu'en quantité minime.

La quantité φ intervient pour modifier les conditions d'équilibre suivant les masses en présence ; par exemple, une certaine masse d'eau et de vapeur n'est pas dans les mêmes conditions d'équilibre que les mêmes corps réduits proportionnellement à des quantités infinitésimales.

M. Duhem a démontré que, sous la pression de vapeur saturante, l'eau ne peut coexister avec sa vapeur que lorsque les bulles ont atteint un rayon suffisant ; tant qu'elles sont plus petites, le liquide les absorbe, contrairement à ce qu'enseignent les lois élémentaires. Le retard d'ébullition découle immédiatement de ce principe.

C'est la même idée dirigeante qui donne la vraie raison de tous les retards dont la Nature nous offre de nombreux exemples. L'état d'un corps à un moment donné ne dépend pas seulement des conditions actuelles, mais beaucoup aussi de ses plus récentes transformations. Ce fait a été étudié d'une façon très suivie dans la physique des corps solides, où on lui a donné le nom d'hystérèse ou retard de transformation. Nous venons de voir quelle est son importance dans les mélanges liquides [2].

Louis Bruner.

Chef des Travaux chimiques
à l'Université de Cracovie.

[1] Duhem : *Introduction à la Mécanique chimique*, p. 169.

[2] Les expériences personnelles de l'auteur sur la surfusion et la sursaturation ont été exécutées sous la direction de M. Berthelot, et dans son laboratoire du Collège de France.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS 663.5

DE L'INDUSTRIE DES EAUX-DE-VIE ET LIQUEURS

EN FRANCE

I. — Matières premières de l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs.

L'alcool, base des eaux-de-vie et liqueurs, provient de la distillation de diverses substances sucrées ou amylacées, dont les principales sont :

1	Les *Raisins*....	donnant	*Alcool de Vin. — Eau-de-vie* de Cognac, d'Armagnac, de Montpellier, etc. Eau-de-vie de Marc..... — Alcools naturels
1	Les *Pommes et Poires*.....	»	*Eau-de-vie de cidre et de Poiré*..... — Alcools naturels
1	Les *Cerises*, les *Prunes*.....	»	*Kirsch; Quetsch*..... — Alcools naturels
1	Les *Cannes à sucre*.....	»	*Rhum; Tafia*..... — Alcools naturels
2	Les *Betteraves*.	donnant	*Alcool de Betteraves*..... — Al. d'industrie
2	Les *Mélasses*...	»	*Alcool de Mélasses*..... — Al. d'industrie
2	Les *Grains : (Orge, Seigle, maïs*, etc....	»	*Alcool de Grains*..... — Al. d'industrie
2	Les *Pommes de Terre*.....	»	*Alcool de Pommes de terre*. — Al. d'industrie

Les alcools qui proviennent de la distillation des vins, cidres, cerises, cannes, etc., possèdent un arome agréable, qui les fait rechercher par les consommateurs. Nous les désignerons sous le nom commercial d'*alcools naturels*. Ceux qui proviennent de la distillation des betteraves, des mélasses et des grains, sont produits industriellement sur une grande échelle et seront désignés sous le nom d'*alcools d'industrie*.

Ces alcools naturels et ces alcools d'industrie, qui sont les *matières premières* de l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs, forment deux classes bien distinctes, non seulement par leur origine, mais aussi par l'importance de leur production relative, par l'outillage industriel dont ils nécessitent l'emploi, par leur répartition en France, etc. Bien différents aussi sont leur nature et leurs prix.

§ 1. — Quantités et Proportion des deux sortes d'alcools employés comme matières premières.

Avant 1850, on fabriquait annuellement en France environ 900.000 hectolitres d'alcool (exprimé en alcool à 100°), et cet alcool appartenait presque uniquement à la première catégorie : on comptait, en effet, plus de 800.000 hectolitres d'alcools naturels, dont la majorité était de l'alcool de vin (fig. 1).

En 1853, la vigne ayant été attaquée par l'oïdium, la production de l'alcool de vin tomba brusquement et n'atteignit pas, pendant plusieurs années, le cinquième de la production ancienne. C'est de cette époque que date le développement de l'alcool d'industrie, dont la production, insignifiante jusque-là, devint rapidement bien plus importante que celle des alcools naturels. De 1853 à 1857, on fabriqua près de quatre fois plus d'alcools d'industrie que d'alcools naturels.

Fig. 1. — *Tableau comparatif de la production des alcools en France.*
—— Alcools naturels.
------ Alcools d'industrie.

C'est à cette époque que se modifient un grand nombre de distilleries en vue d'utiliser la betterave à la production de l'alcool. De 1840 à 1850, on avait produit, en moyenne, 500 hec-

tolitres d'alcool de betteraves par an; de 1853 à 1857, on en produisit en moyenne 300.000 hectolitres. Cette période de l'oïdium est donc caractérisée par une brusque décroissance dans la production de l'alcool de vin et par l'extension non moins rapide de la fabrication de l'alcool de betteraves.

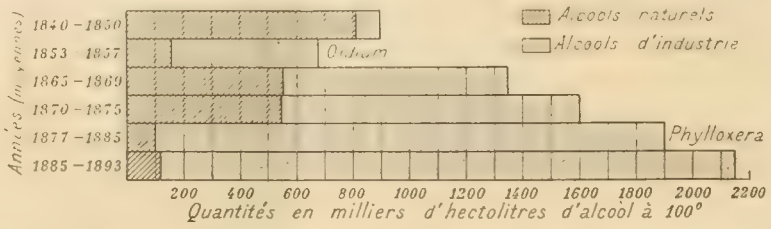


Fig. 2. — *Production comparée des alcools naturels et des alcools d'industrie.*

A la suite du traitement de l'oïdium, la production de l'alcool de vin s'accroît, et, dès 1865, la production annuelle des alcools naturels est d'environ 550.000 hectolitres. Pendant ce temps, la production des alcools d'industrie s'est également accrue, se maintenant toujours supérieure à celle des alcools naturels, et étant environ double de celle-ci pendant la période 1870-1877.

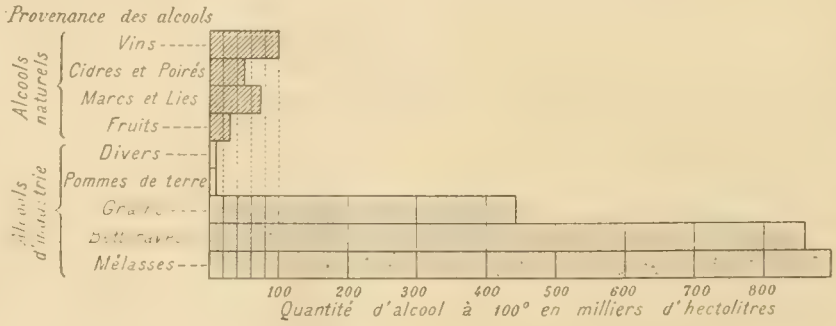


Fig. 3. — *Production des alcools en* 1893 (*statistique officielle*).

Depuis cette époque, c'est-à-dire depuis l'invasion des vignes françaises par le phylloxera, la production des alcools naturels se réduit à une centaine de milliers d'hectolitres, tandis que celle des alcools d'industrie se développe considérablement et *se maintient de dix-huit à vingt fois plus importante depuis* 1880.

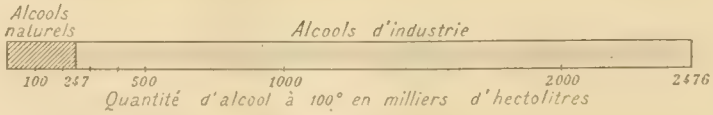


Fig. 4. — *Production totale comparée des alcools naturels et des alcools d'industrie en* 1893.

Cette évolution inverse dans la fabrication des deux sortes d'alcools est mise en évidence dans la figure 1. Le graphique de la figure 2 représente la production moyenne des deux sortes d'alcools pendant les diverses périodes de 1840 à 1893. Il a pour but de montrer comment ont varié pendant ces périodes la quantité et la nature des alcools produits : on constate que, d'une part, la quantité d'alcool produite a été sans cesse croissant, et que, d'autre part, la quantité absolue et la proportion relative d'alcool naturel ont été sans cesse diminuant.

Fig. 5 — *Quantités d'alcool produites en France. Les quantités soumises aux droits de consommation sont représentées en hachures.*

Enfin, de manière à indiquer l'importance relative des diverses sources d'alcool, on a porté dans le graphique des figures 3 et 4 la production des alcools par nature de matières premières. On a choisi l'année 1893, dans laquelle la production des raisins et des pommes, ayant été abondante, a déterminé un relèvement sensible de la production d'alcools naturels. On voit que, néanmoins, dans cette année exceptionnelle, la production des alcools naturels n'a été que la dixième partie de la production totale des alcools (fig. 4).

La quantité d'alcool soumise au droit de consommation, c'est-à-dire celle qui est employée dans l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs, est d'environ 1.700.000 hectolitres (en alcool à 100°). Le graphique de la fig. 5 indique les variations des quantités totales d'alcool produites annuellement et les quantités employées dans l'industrie des spiritueux.

§ 2. — Qualités des matières premières suivant les origines.

Lorsqu'on a fait fermenter les jus sucrés provenant des fruits ou des matières premières industrielles, on a obtenu un liquide possédant un faible degré alcoolique (4 à 12°) et auquel on donne, en distillerie, le nom général de *vin*. Ce vin renferme des éléments fixes, qui resteront comme résidu de la distillation, et des éléments volatils, qui constitueront l'eau-de-vie.

Ces éléments volatils sont formés, pour la plus grande partie, d'alcool éthylique et d'eau. Ils renferment aussi *quelques millièmes* et souvent même *moins d'un millième* de produits volatils autres que l'alcool éthylique. Ce sont ces impuretés volatiles qui, même en quantité très faible, interviennent pour modifier les propriétés, l'arome, le goût et la valeur des diverses eaux-de-vie. Il importe donc de bien les examiner. Ces impuretés proviennent des matières premières, de la fermentation, enfin de la distillation.

1° *Impuretés provenant des matières premières.* — Les fruits, les racines, les grains ont un goût spécial qui passe dans les produits de fermentation de leurs sucres. On retrouve le goût du raisin dans le vin, de la pomme dans le cidre, de la cerise dans le jus fermenté de ce fruit, de l'orange dans le vin d'orange, de la betterave dans le vin de betterave. Ces aromes spéciaux sont constitués par des corps plus ou moins complètement volatils, qui passent, par conséquent, dans l'alcool après qu'il a été distillé.

2° *Impuretés dues à la fermentation.* — On sait que la fermentation n'est pas un simple dédoublement de la molécule de glucose en alcool et en acide carbonique. C'est un phénomène très complexe, dans lequel, sous l'action vitale des levures, se forment, en dehors de ces deux produits principaux, une série d'autres alcools : glycol, glycérine, alcools propylique, isobutylique, amylique, etc. Il a été prouvé que la proportion et la nature de ces corps secondaires varient suivant les conditions de la fermentation (température, acidité, etc.), et surtout aussi suivant la nature des levures.

3° *Impuretés dues à la distillation.* — Pendant la distillation se produisent d'autres modifications : séparation des produits de volatilité différente, formation de certains corps — notamment de furfurol — par suite de l'action de la chaleur.

En résumé, les alcools obtenus par la distillation des divers vins contiennent : 1° de l'alcool éthylique, et de l'eau (95 à 100 p. 100) ; 2° des impuretés volatiles.

Au point de vue pratique les impuretés peuvent se classer ainsi :

1. *Bouquets* agréables des alcools naturels :
   Goût de fruit ;
   Arome agréable des cognacs, kirschs, etc.

2. *Mauvais goûts* ou bouquets désagréables des alcools bruts d'industrie :
   Arome désagréable des flegmes de mélasses.
   Goût de betterave.
   Goût d'huile de pommes de terre, etc.

Les alcools bruts provenant de la distillation au premier jet ont donc un bouquet agréable ou recherché par les consommateurs, lorsque ce sont des alcools naturels ; ils ont, au contraire, un bouquet désagréable dans le cas des alcools d'industrie[1]. Il en résulte qu'on peut consommer les alcools provenant de la distillation simple des fruits. Une grande partie des eaux-de-vie de vin, le marc, le kirsch, etc., sont obtenus ainsi. Si l'on voulait purifier ces alcools, on leur ferait perdre tout ou partie de leur bouquet, par suite, tout ou partie de leur valeur.

Mais il n'en est pas de même pour les alcools d'industrie. Pour les convertir en liqueurs et en spiritueux quelconques, il faut d'abord les purifier, afin de les débarrasser du mauvais goût qui indique leur origine. Dans la fabrication des alcools d'industrie, les alcools de premier jet se nomment les flegmes. Ces flegmes sont le produit de la première étape de la fabrication, la seule pour les alcools naturels. Les flegmes d'industrie et les alcools naturels peuvent donc se comparer au point de vue chimique. En fait, tous deux renferment les mêmes impuretés : aldéhydes, alcools supérieurs, furfurol, bases, etc. Ils diffèrent simplement l'un de l'autre en ce que leurs propriétés organoleptiques sont agréables pour les alcools naturels et désagréables pour les flegmes.

La fabrication des alcools d'industrie nécessite donc une seconde phase : la rectification des flegmes. Cette rectification consiste en une nouvelle distillation, mais celle-ci est *fractionnée*, de manière à profiter des différences de volatilité qui existent entre l'alcool éthylique et ses impuretés. Celles-ci sont soit plus légères, — et constituent alors les produits de tête (dont le type est l'aldéhyde), — soit plus lourdes, et sont alors dé-

[1] Il y a là une affaire personnelle d'appréciation, et tels bouquets qui sont considérés comme désagréables dans une région, sont appréciés dans une autre. Ainsi, tandis que le cognac a un bouquet agréable, recherché de la grande majorité des consommateurs, d'autres spiritueux, — le marc de Bourgogne, l'eau-de-vie de cidre, le quetsch, — sont appréciés surtout par les habitants des régions qui les produisent. Autre exemple de ces faits : Nous considérons en France le bouquet de l'alcool de pomme de terre comme désagréable, alors qu'il est au contraire très apprécié en Suisse. Depuis que le monopole de l'alcool est établi en Suisse, les consommateurs se plaignaient de ce que l'eau-de-vie de pommes de terre était trop bien rectifiée : on a dû modifier cette manière de faire et lui laisser une partie des impuretés auxquelles cet arome était dû.

signées sous le nom de produits de queue (type : alcool amylique ou fusel).

On conçoit donc que la rectification donne une série de produits dont le classement général est le suivant :

- Alcool mauvais goût
  - .....mauvais goûts de tête.
  - alcool moyen goût
    - .....moyens goûts de tête.
    - alcool bon goût ou neutre
      - alcool surfin.
      - alcool de cœur ou extra fin.
      - alcool surfin.
    - .....moyens goûts de queue.
  - .....mauvais goût de queue.

En somme, tandis que, pour les alcools naturels, on obtient un produit unique, pour les alcools d'industrie on obtient trois classes de produits :

1° L'*alcool bon goût*, qui ne contient presque plus des impuretés des flegmes, qui est, en tous cas, entièrement débarrassé de son mauvais bouquet d'origine. C'est de l'alcool éthylique presque pur, sans autre bouquet que celui de cet alcool ; d'où son nom d'*alcool neutre*.

2° L'*alcool mauvais goût*, dans lequel se sont concentrées la plus grande partie des impuretés des flegmes. Cet alcool est tellement infect qu'on ne peut, quelquefois, l'utiliser pour des usages industriels.

3° Enfin l'*alcool moyen goût*, qui ne devrait pas entrer dans la consommation, parce qu'il contient encore une trop forte proportion d'impuretés.

Étant donnés ces faits, il est évident que la fabrication des alcools d'industrie doit nécessiter une installation beaucoup plus complexe que celle des alcools naturels.

Alors que les procédés restaient simples lorsqu'il s'agissait de l'obtention de ces derniers, on s'est efforcé de perfectionner les appareils de rectification des alcools d'industrie, de manière à obtenir un rendement aussi grand que possible en alcool bon goût. On peut dire qu'à ce point de vue l'industrie a réalisé des progrès considérables et que l'épuration physique, par les appareils de rectification, touche à sa perfection.

On peut admettre que l'alcool d'industrie produit annuellement se subdivise ainsi :

Quantité des divers alcools	bon goût	71
	moyen goût.....	22
	mauvais goût.....	7
Total.....		100

Ce n'est que frauduleusement que les alcools moyen goût viennent à entrer dans la fabrication des eaux-de-vie et liqueurs. Il faut dire, d'ailleurs, qu'en raison de leur bouquet d'origine très prononcé, leur usage n'est pas des plus aisés, et qu'ils ne peuvent guère entrer dans la composition que de liqueurs à parfum pénétrant, telles que l'absinthe.

Donc, les matières premières qu'utilisent les industries des eaux-de-vie et liqueurs, sont : les *alcools naturels*, d'une part, les *alcools d'industrie* BON GOUT, d'autre part.

Etant donné leur mode de fabrication, il est facile de comprendre que la composition de ces deux classes de produits doit profondément différer. Alors que les alcools d'industrie sont presque purs, les alcools naturels contiennent une proportion plus ou moins grande d'impuretés. Le graphique de la figure 6 indique cette composition comparative.

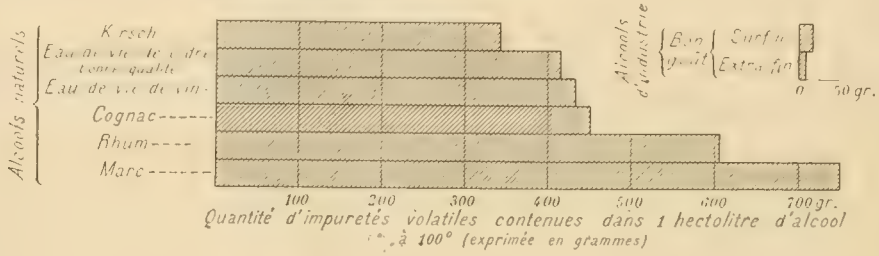


Fig. 6. — *Composition comparative des alcools naturels et des alcools d'industrie.*

§ 3. — Modes d'obtention et de répartition des matières premières en France.

L'industrie des alcools naturels est répartie entre un très grand nombre de producteurs, qui produisent chacun, en moyenne, fort peu. Les installations sont souvent peu importantes, les appareils employés, quelquefois rudimentaires. Au contraire, l'alcool d'industrie est produit par un nombre relativement très restreint d'industriels, dont les usines, en général vastes et bien aménagées, renferment des appareils distillatoires d'un fonctionnement parfait.

Les distillateurs de profession, c'est-à-dire ceux qui sont surveillés par la Régie et dont la production est très exactement contrôlée, ont été, en 1893, au nombre de 5.924, sur lesquels 621 fabricants d'alcools d'industrie et 5.303 producteurs d'alcools naturels. Or, ces derniers, qui sont neuf fois plus nombreux, n'ont produit en tout que 89.387 hectolitres, alors que la production d'alcools industriels a été de 2.227.801 hectolitres, soit vingt-cinq fois plus considérable.

En dehors de la production des bouilleurs de profession, il y a aussi la production des *bouilleurs de cru*. On nomme ainsi les propriétaires ou exploitants ruraux qui distillent, chez eux, les produits de la récolte faite sur leurs terres. La loi du 11 décembre 1875 leur concède le droit de distiller, *en franchise*, c'est-à-dire sans payer l'impôt, les alcools naturels (*vins*, *marcs*, *cidres*, *prunes*,

cerises) provenant exclusivement de leurs récoltes. Il y a une dizaine d'années on estimait à 300.000 le nombre des bouilleurs de cru; aujourd'hui leur nombre atteint environ 800.000.

La statistique des Contributions indirectes donne une simple *évaluation* des bouilleurs de cru et de leur production. En 1893, elle comptait 678.000 bouilleurs, dont 450.000 ayant travaillé et ayant produit 159.000 hectolitres. Mais cette évaluation est certainement beaucoup au-dessous de la vérité, car il faut tenir compte de la fraude considérable que les bouilleurs de cru exercent sous le couvert de leur privilège. Beaucoup trouvent, en effet, le moyen de vendre clandestinement au dehors les produits de distillation de leurs vins, cidres, poirés, etc. On a donné des évaluations très différentes de cette fraude, mais il est probable qu'on est plutôt au-dessous de la vérité, en l'évaluant à 600.000 hectolitres d'alcool par an.

Quant à la répartition géographique générale de l'industrie des alcools naturels et des alcools d'industrie, elle est également bien différente. L'industrie des alcools naturels est répandue un peu par toute la France. Elle existe plus ou moins dans tous les pays de vignobles, mais surtout dans les départements du Sud-Ouest (Charente, Charente-Inférieure, Gironde, Lot-et-Garonne, Gers, Landes), dans le Nantais, dans la région du Midi (Hérault, Gard, Aude), dans la Bourgogne (Haute et Basse-Bourgogne, surtout pour la distillation des marcs). L'industrie des eaux-de-vie de cidre occupe, en Normandie et en Bretagne, un assez grand nombre de distillateurs et un nombre considérable de bouilleurs de cru. C'est une des régions où l'on estime que la fraude doit être la plus importante. Enfin, l'industrie des alcools de fruits à noyaux est prospère dans les départements de l'Est (Vosges, Haute-Saône, etc.).

La production des alcools d'industrie est, au contraire, groupée dans la région du nord de la France (Nord, Pas-de-Calais, Aisne, Seine-Inférieure, Seine). Le département du Nord compte, à lui seul, 22 distilleries, ayant produit en 1893 584.000 hectolitres.

II. — Classification des eaux-de-vie et liqueurs.

Les alcools naturels sont utilisés entièrement à la préparation des spiritueux et des liqueurs. Ils subissent d'ailleurs généralement peu de manipulations avant de passer de l'état brut à l'état où ils sont consommés. Mais il n'en est pas de même des alcools d'industrie. Nous avons dit que ceux-ci ne possèdent pas de bouquet; ils ne sont, en réalité, qu'une matière première que le liquoriste, le distillateur, réduit, coupe, parfume, colore à son gré, et qui entre dans la fabrication de toutes les sortes d'eaux-de-vie et liqueurs.

Les produits livrés à la consommation par l'industrie des spiritueux comprennent des Eaux-de-vie, des Apéritifs et des Liqueurs.

§ 1. — Eaux-de-vie.

Les *Eaux-de-vie* proprement dites ne sont autre chose que les alcools naturels ou les produits de la distillation des fruits ou de la canne à sucre. Ces alcools sont amenés à un degré moyen de 45-50° pour la consommation.

Parmi eux se distinguent particulièrement les *eaux-de-vie de vin :* les *Cognacs et Fines Champagnes*, produits de distillation des vins de la Charente et de la Charente-Inférieure; les *Armagnacs*, provenant de la distillation des vins du Gers, du sud de Lot-et-Garonne et des Landes; les eaux-de-vie de *Marmande*, produites dans la région de la Gironde et de Lot-et-Garonne, de Marmande à Sainte-Foy et au Bec d'Ambez (le phylloxera ayant fortement atteint cette région, ces eaux-de-vie sont devenues fort rares); les eaux-de-vie du *Nantais*, de l'*Anjou*, du *Poitou*, employées surtout aux coupages; enfin les *trois-six de Montpellier*, provenant notamment de l'Hérault, du Gard et de l'Aude et obtenus de la distillation des vins peu susceptibles de se transporter. Dans les années de grande production de vins communs, ces *trois-six* sont particulièrement abondants.

A ces eaux-de-vie de vin se rattachent les *eaux-de-vie de Marcs*, qui résultent de la distillation des marcs de vin; le marc de Bourgogne, fait avec des marcs de raisin, est particulièrement apprécié.

A côté de ces eaux-de-vie dérivées des produits de la fermentation vinique, il faut citer celles qui résultent de la distillation des jus fermentés de divers fruits : le *Calvados*, dérivé du cidre, l'*Eau-de-vie de Poiré*, le *Kirsch* et le *Quetsch*, faits l'un avec des cerises, l'autre avec des prunes.

Viennent enfin le *Rhum* et le *Tafia*, lesquels proviennent de la distillation des jus fermentés de la canne à sucre.

De ces diverses eaux-de-vie, celles dont la consommation est la plus générale et la plus importante, sont : le Cognac, le Rhum, le Kirsch, le Marc, le Calvados. Les produits vendus sous ces dénominations devraient être formés uniquement d'alcools naturels. En réalité, une grande partie de ces eaux-de-vie ne sont que des alcools d'industrie aromatisés artificiellement, de manière à leur communiquer un arome rappelant celui des alcools naturels. De là, une distinction à faire entre les eaux-de-vie *naturelles* et les eaux-de-vie de *fantaisie*.

§ 2. — **Apéritifs.**

Les Apéritifs sont aromatisés avec des plantes auxquelles on attribue des propriétés excitantes et apéritives. Les principaux sont :

L'*Absinthe*, à base d'alcool d'industrie fortement aromatisé par des plantes, dans lesquelles figure, pour une part importante, l'absinthe ;

Les *Bitters* et *Amers*, dans lesquels l'écorce d'orange intervient comme parfum ;

Les *Vermouths*, que nous rangeons dans cette classe bien que ce soient des vins vinés et non des spiritueux proprement dits.

§ 3. — **Liqueurs.**

Les *Liqueurs* renferment essentiellement de l'alcool, du sucre et des parfums provenant soit de la distillation des plantes, soit de leur macération, soit des essences qui en sont extraites. Ces liqueurs varient à l'infini. Citons entre autres :

Les *digestifs* : *Chartreuse*, *Bénédictine*, *Raspail*, etc. ;

L'*Anisette*, le *Curaçao*, la *Menthe*, etc. ;

Le *Kummel* ;

Le *Cassis*, le *Cherry-Brandy* ;

Les *Fruits à l'eau-de-vie* (cerises, prunes), etc.

Nous étudierons successivement la fabrication de ces produits, et nous insisterons principalement sur les Cognacs et Fines Champagnes qui, en raison de leur importance et des soins donnés à leur fabrication, offrent le type le plus parfait de l'industrie que nous avons à décrire.

III. — Cognacs et Fines Champagnes.

Les eaux-de-vie des Charentes, répandues et appréciées dans le monde entier sous les noms de Cognac et de Fine Champagne, constituent une des richesses de la France. Le commerce de Cognac peut être évalué à 300 millions de francs par an. Cette fabrication des Cognacs et Fines Champagnes exige des précautions particulières, depuis le choix du cépage jusqu'aux procédés de distillation et de bonification.

§ 1. — Cépages et Crus.

Les vignes des Charentes couvraient autrefois 225.150 hectares produisant 14 millions d'hectolitres de vin. En 1884, la moitié environ avait été détruite par le phylloxera. Depuis, la culture de la vigne américaine, porte-greffe, a pris une grande extension. Le Berlandieri paraît s'être montré le plus propre à donner des hybrides avec les cépages indigènes.

Fig. 7. — *Région de Production des Cognacs et Fines Champagnes.*

Le cépage dominant des Charentes est la Folle-Blanche ou Enrageat. On cultive aussi le Colombar ou Semillon Blanc et le Saint-Émilion.

Les crus charentais se classent généralement de la manière suivante (figure 7) :

En premier lieu, la *Grande Champagne* ou *Fine Champagne*, produite dans un espace très restreint, sur la rive gauche de la Charente, avec Segonzac au centre. La Grande Champagne, qui ne comprend que 21 communes, est dans l'arrondissement de Cognac : elle est limitée au nord par la Charente, au sud par le Né, s'étend jusqu'à Saint-Même et Bonneuil à l'est, et jusqu'à Gimeux, Salles et Verrières à l'Ouest ;

La Folle-Blanche est le cépage de cette région qui a été le plus fortement atteint par le phylloxera et dont la reconstitution peu avancée a donné lieu à bien des insuccès ;

La *Petite Champagne*, qui entoure la grande, se trouve partagée à peu près par moitié entre les départements de la Charente et de la Charente-Inférieure. (Elle comprend 55 communes : 26 en Charente et 29 en Charente-Inférieure.) Elle est limitée au nord par la Charente, à l'ouest par le

Seugue, s'étend à l'est jusqu'à Châteauneuf, et au sud jusqu'à Jonzac et Barbezieux. Les cépages cultivés sont la Folle-Blanche, le Colombar et le Saint-Émilion;

Les *Borderies*, produites sur un territoire très restreint sur la rive droite de la Charente, près de Cognac. Dans ce petit noyau de 8 à 9 communes, le cépage dominant est le Colombar;

Viennent ensuite les *Bois*, qui se divisent en :

Fins-Bois, région à cheval sur la Charente, environnant les deux Champagnes. Elle comprend 116 communes, dont 74 dans la Charente-Inférieure et 42 dans la Charente. Les cépages cultivés sont le Colombar, le Jurançon blanc et le Saint-Émilion;

Les *Bons-Bois*, région plus étendue, entourant la première et s'étendant plus au nord et à l'est;

Les *Bois-Ordinaires*, situés au nord des Bons-Bois et dans lesquels se produisent les eaux-de-vie d'Aigrefeuille et de Surgères;

Enfin les *Bois-à-Terroir*, aux environs de La Rochelle, aux îles de Ré et d'Oléron.

§ 2. — **Choix des vins.**

Les vins des Charentes, qui donnent par la distillation des eaux-de-vie remarquables par leur finesse et leur bouquet, sont des vins blancs et légers, et paraissant avoir eux-mêmes peu de bouquet. De plus, on distille ces vins, pour ainsi dire, aussitôt après la récolte. Par conséquent, il ne faut pas considérer la qualité des vins au sens propre du mot, c'est-à-dire leur arome, leur âge, pour en déduire la valeur des eaux-de-vie qu'ils produiront. Les vieux vins de Bordeaux et de Bourgogne, infiniment supérieurs, comme vins, à ceux de la Charente, ne donneraient pas une eau-de-vie aussi bonne. Celle-ci aurait un bouquet trop accentué, dû au terroir et au développement des éthers.

Voici, suivant M. Jacquet, les qualités que doivent présenter les « *vins de chaudière* », comme on les appelle dans le pays. Ils doivent être sinon tout à fait neutres, du moins droits en goût, sentant peu ou point le terroir, et leur arome, sans être exagéré, doit être assez développé et assez fin. Les vins blancs sont préférables aux vins rouges. Ces derniers, ayant cuvé avec les râfles et les pellicules, ont dissous trop d'huiles essentielles.

On distille après la récolte, après avoir simplement séparé la grosse lie et sans chercher à rendre le vin bien limpide. Les achats ayant été faits en tenant compte du degré d'alcool, on n'en perd pas par la garde du vin, et on ne risque pas de le voir s'acétifier ou s'éthérifier partiellement, au détriment de la quantité et de la qualité de l'eau-de-vie à produire. Le vin doit être complètement fermenté, c'est-à-dire être employé seulement quinze ou vingt jours après le décuvage, ou un mois après la mise en tonneaux, si la fermentation a eu lieu en dehors des marcs. Si la fermentation n'était pas bien terminée, on perdrait le bénéfice de l'alcool non encore formé, et l'eau-de-vie aurait moins de corps.

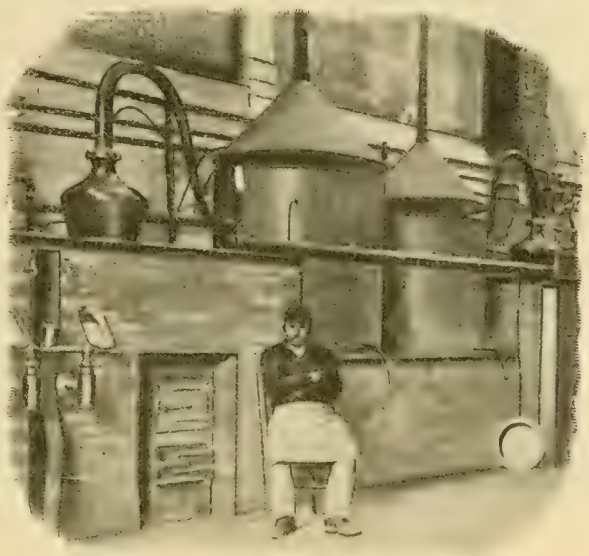


Fig. 8 — *Alambic charentais du type ancien.* — On voit ici deux appareils placés symétriquement; les deux réfrigérants au centre sont surmontés d'entonnoirs pour l'évacuation de la vapeur produite par l'échauffement de l'eau.

§ 3. — **Distillation.**

Le procédé charentais ordinaire, celui qui paraît le meilleur pour la production des qualités supérieures, consiste à faire deux distillations successives : c'est le système des « *brouillis* » avec « *repasse* » ou « *bonne-chauffe* ». C'est le procédé ancien, que les Charentais considèrent toujours comme le meilleur et qu'ils emploient lorsqu'ils veulent produire les bonnes eaux-de-vie.

Pour obtenir les brouillis, on remplit de vin la chaudière de l'alambic, puis on chauffe avec ménagements. Les premiers produits qui passent à la distillation marquent 60 à 65° et ont l'odeur caractéristique de l'aldéhyde. Le degré monte très rapidement à 70-75°, et on poursuit la distillation jusqu'à ce que l'alcoomètre marque zéro. Ce résultat est obtenu quand on distille le tiers environ du liquide, et c'est le produit distillé qu'on nomme les *brouillis*. Par exemple, pour distiller 10 hectolitres de vin à 9-10°, il faudra environ 9 heures, et on obtiendra 300 à 350 litres de brouillis à 27-30°.

Pour que la distillation se fasse dans de bonnes conditions, il est indispensable que le chauffage soit *lent* et *régulier*. Il faut aussi que l'eau du réfrigérant ne soit pas trop froide, de manière à éviter

une condensation brusque des vapeurs alcooliques. Il suffit que le tiers inférieur du réfrigérant soit froid, le milieu étant tiède et la partie supérieure étant chaude. De cette manière on ne laisse pas échapper d'alcool, et la réfrigération est *graduée*.

L'appareil représenté par la figure 8 est l'alambic charentais du modèle primitif. Il est chauffé au bois ou au charbon et ne comporte pas de réchauffe-vin. Il fonctionne encore chez nombre de distillateurs qui ont la conviction que les appareils simples donnent les meilleurs résultats. « La meilleure eau-de-vie, disent les négociants charentais, est celle que l'on faisait dans l'ancienne chaudière de nos paysans, à petit feu, sur les chenets; cela mijotait et faisait bon ». Il est certain que les vieilles Fines Champagnes ont été faites ainsi et ont acquis cependant une grande valeur.

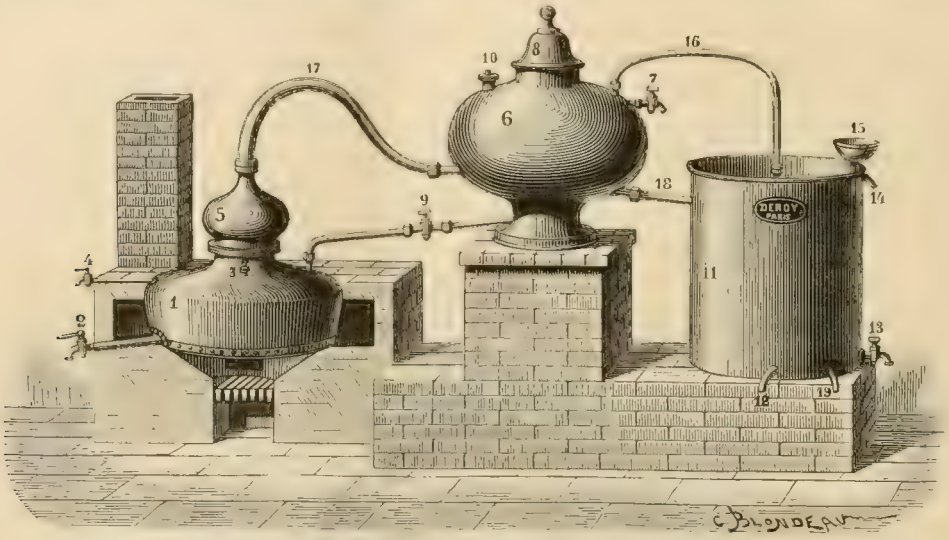


Fig. 9. — *Appareil charentais, du type ancien muni d'un réchauffe-vin.* — 1, chaudière; 5 chapiteau; 17, col de cygne; 6, réchauffe-vin; 11, réfrigérant. La vapeur va de la chaudière au chauffe-vin par le col de cygne 17, puis de là au réfrigérant par le conduit 16. Le vin qui s'est échauffé en 6 passe dans la chaudière 1 par le tuyau 9; 2, robinet de vidange de la chaudière.

Un perfectionnement de cet appareil charentais consiste dans l'adjonction d'un réchauffe-vin (fig. 9). La vapeur, avant de se rendre au serpentin, traverse le récipient 6, contenant une quantité de vin égale à celle qui distille. Quand la distillation est terminée.

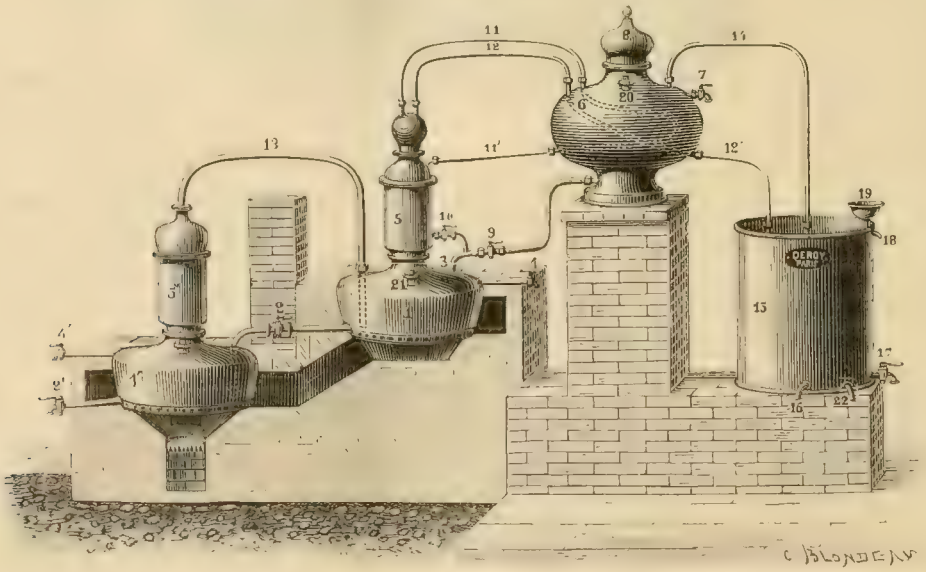


Fig. 10. — *Appareil charentais à deux chaudières pour la production de l'eau-de-vie de 1er jet (ancien modèle).* — La vapeur produite par la chaudière 1' passe par le rectificateur 5' et le tuyau 13 et vient barboter dans la chaudière 1. La vapeur de cette dernière chaudière traverse le rectificateur 5, les tuyaux 12 et 6, le réchauffe-vin 20 et arrive dans le réfrigérant 15. Le vin se rend du réchauffe-vin dans la chaudière 1 par le tuyau 9, et de là dans la chaudière 1' par le tuyau 2. Le robinet 2' sert à la vidange. Les tubes 11 et 11' font refluer dans la chaudière 1 une partie du liquide condensé.

on vide la chaudière, et, en ouvrant le robinet 9, on fait arriver dans celle-ci le vin déjà chaud. On a reproché au chauffe-vin de prolonger trop longtemps le contact du vin chaud avec le métal, ce qui accentue le « goût de chaudière » de l'eau-de-vie. Mais cette critique n'est pas exempte d'exagération, et on ne saurait négliger l'économie très notable de combustible que procure le réchauffe-vin.

Les brouillis étant obtenus, on procède à la repasse. La dimension de la chaudière restant la même, il faudra employer 3 brouillis pour une repasse. Les mêmes précautions de lenteur et régularité de chauffage, de température du réfrigérant, etc., devront être observées.

Les produits de la distillation sont fractionnés. On commence par mettre de côté les produits de tête, environ de 2 à 6 litres par 10 hectolitres, puis on recueille les cœurs. Au début l'alcoomètre marque 70 à 80°. Lorsque le degré tombe à 45-50°, on cesse de recueillir l'eau-de-vie. Les produits qui distillent de 45-50° à 0° constituent les *queues*, qui, mélangées aux *têtes*, sont mises à part, soit pour être rectifiées séparément, soit pour être mélangées aux autres brouillis.

Voici deux exemples de repasses, donnés par M. Jacquet, et qui indiquent la marche de l'opération et les résultats obtenus :

Une repasse de 10 hectolitres de brouillis à 30° sortant du réchauffe-vin, dure de 16 à 18 heures et donne : 1° 360 à 380 litres d'eau-de-vie à 66-67°, pendant 10 à 11 heures, soit en moyenne 35 litres à l'heure ; 2° 200 à 225 litres de têtes et queues à 20-25° pendant 6 à 7 heures.

Une repasse de 450 litres de brouillis à 25°, sortant du réchauffe-vin, dure 12 heures et donne : 1°,115 à 120 litres d'eau-de-vie à 66-67° ; 2°,125 à 130 litres de têtes et queues à 20-25°.

La comparaison de ces deux résultats montre qu'au point de vue de la quantité d'eau-de-vie produite dans le même temps, les grandes chaudières sont préférables aux petites.

Le système charentais, tel que nous venons de le décrire, présente l'inconvénient d'être long et d'exiger une dépense de combustible assez forte. Aussi a-t-on cherché à produire du *premier jet* les eaux-de-vie, au lieu de passer par les brouillis.

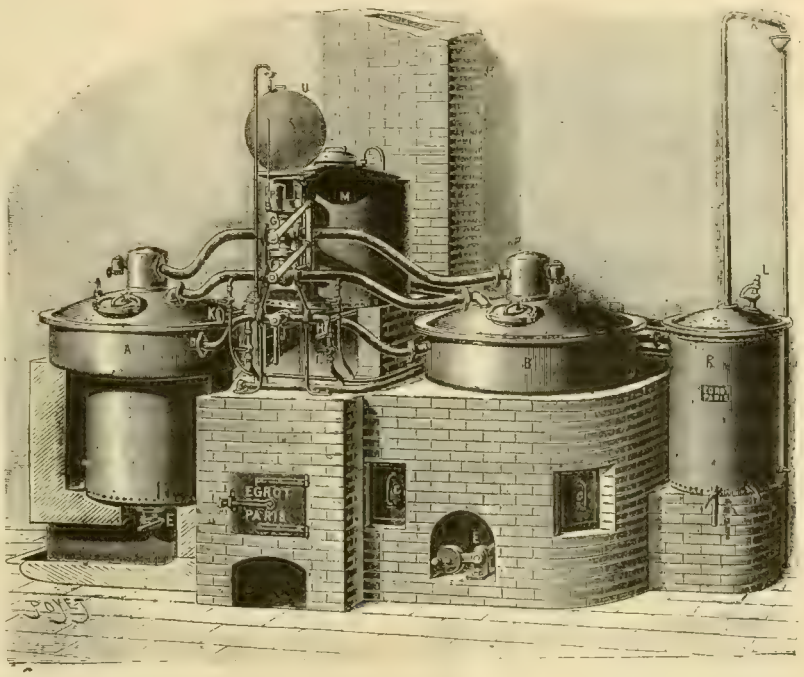


Fig. 11. — *Appareil Egrot à deux chaudières pour la production des eaux-de-vie de 1er jet.* — Les vapeurs produites dans la chaudière A vont barboter dans le contenu de la chaudière B, où elles sont amenées par le tuyau G. De là, elles se rendent dans le rectificateur *u*, traversent ensuite le chauffe-vin M, pour se rendre au réfrigérant R. Quand la chaudière A est épuisée, elle est vidée, remplie avec le contenu du chauffe-vin; et, en manœuvrant les vannes G et F, on intervertit l'ordre des chaudières, la chaudière B envoyant maintenant sa vapeur dans la chaudière A. Le foyer est placé entre les deux chaudières. Le registre H permet d'envoyer les gaz chauds autour de l'une ou de l'autre chaudière. Les gaz chauds passent d'abord autour de la chaudière A, puis autour de la chaudière B. Lorsque la chaudière A est vidée, puis remplie avec le chauffe-vin, on manœuvre les registres de manière que ce soit la chaudière B qui reçoive d'abord les gaz chauds, puis la chaudière A.

Les appareils distillatoires qui ont été employés dans ce but sont représentés par les figures 10 à 12. L'appareil charentais ancien (fig. 10) est composé de deux chaudières. Le vin à distiller passe successivement du chauffe-vin (20) dans la chaudière 1, puis dans la chaudière 1'. Cet appareil est actuellement de moins en moins utilisé.

Parmi les appareils modernes, nous citerons les appareils Egrot et Deroy :

Dans l'appareil Egrot, les chaudières sont séparées (fig. 11). La légende de la figure indique complètement le fonctionnement de l'appareil.

Dans l'appareil Deroy (fig. 12), les deux chaudières sont superposées (1 et 1'). Cette double chaudière est surmontée de la lentille de rectification du système Deroy (3) et les vapeurs traversent le chauffe-vin (15). Cet appareil est d'un maniement facile et donne une économie de combustible très importante.

La distillation au premier jet présente des avantages et des inconvénients. Les avantages sont l'économie de temps et de combustible, qui se traduisent, en somme, par un abaissement du prix de revient. Mais la qualité de l'eau-de-vie est inférieure : c'est là l'inconvénient.

M. Jacquet évalue à 2 francs, par hectolitre, l'économie du prix de revient [1].

Bien que l'ancien procédé charentais soit moins avantageux comme prix de revient, il doit être préféré au premier jet pour la fabrication des eaux-de-vie supérieures. En effet, les eaux-de-vie faites au premier jet « sont plus sèches, d'une sève moins exquise, ont moins de finesse et de moelleux que celles obtenues par brouillis, et les bons dégustateurs charentais ne s'y trompent pas ».

Aussi beaucoup de distilleries charentaises emploient-elles l'ancien procédé, en particulier la maison Biscuit-Dubouché, dont la figure 13 nous représente la distillerie. Néanmoins, le procédé au premier jet rendra des services quand il s'agira de produire des eaux-de-vie moins fines, destinées simplement aux coupages.

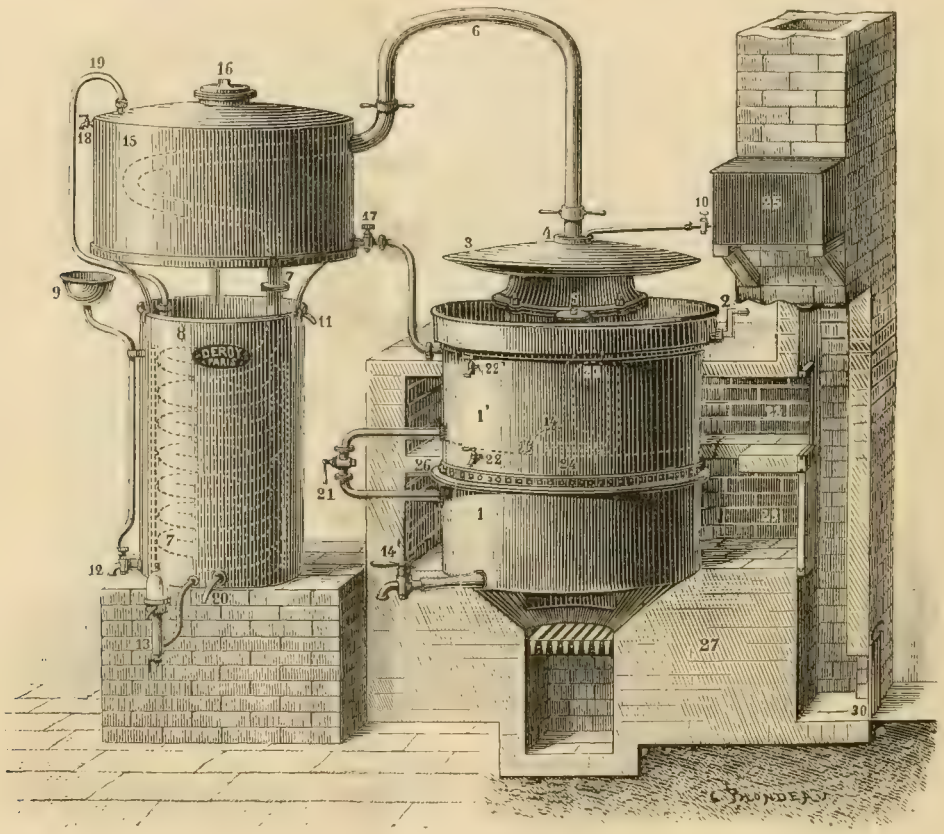


Fig. 12. — *Appareil Deroy à double chaudière pour la production des eaux-de-vie 1er jet.* — 1, 1re chaudière; 1', 2e chaudière; 3, lentille de rectification; 15, réchauffe-vin; 8, réfrigérant. — Le vin passe du réchauffe-vin dans la chaudière 1' par le tuyau 17, puis dans la chaudière 1 par le tuyau 21. — Le vin épuisé se vide par le robinet 14. — La vapeur de la chaudière 1 arrive dans le fond de la chaudière 1' par le tuyau 23. — Le bac 25 sert à alimenter d'eau la lentille de rectification.

[1] Il l'établit ainsi pour 1.000 hectos de vin à 10 degrés produisant ordinairement 160 hectos à 60° avec alambic de 10 hectolitres :

1° *Système des brouillis et bonne chauffe :*

100 chauffes de vin de 10 h. chacune, soit :	1000 h. et à 95 k. houille,	soit	9500 kgs.
43 chauff. de brouillis de 18 h., soit :	774 h. et à 180 k. houille	»	7740 kgs.
Total.....	1774 heures ou 73 journées	et	17240 kgs.

2° *Système du 1er jet* (114 chauffes de 11 h.)

* soit 1254 h. ou :	52 journées et à 110 k. soit :		12540 kgs.
21 journées à 8 fr (1 distil. et un aide)		à	4700 kgs. 35 fr. t.
168 fr.			164 fr. 50

322 fr. 50 pour 160 hectos

Soit 2 fr. 08 par hectolitre

* (Chaque chauffe étant faite avec 875 litres de vin et 125 litres de queues précédentes.

§ 4. — Vieillissement naturel.

Lorsque l'eau-de-vie vient d'être distillée, elle marque en général 65 à 68°. C'est alors un liquide

incolore, ayant le goût de chaudière, et qu'il est absolument nécessaire de faire vieillir pour qu'il acquière ses qualités. Si l'on enfermait ce liquide dans des vases de verre, il conserverait sa couleur, son degré, et ne subirait que très peu de changements. Le vieillissement ne s'obtient que dans des récipients où l'eau-de-vie a un large contact avec l'air, et l'expérience a démontré que c'était dans des *futailles de chêne* qu'il se produit le mieux.

L'action est complexe. En premier lieu, on constate une diminution du volume total du *liquide*, pouvant atteindre 30 °/₀ en 25 ans. Cette déperdition varie dans une grande proportion suivant la nature des fûts, leur dimension, la température et l'état hygrométrique des chais. Elle se produit de deux manières différentes : par les parois du fût (filtration) et par la surface (évaporation). Les douves éliminent surtout de l'eau, et par la bonde s'évapore principalement de l'alcool. Suivant que l'une ou l'autre de ces actions domine, le degré du liquide restant s'élève ou s'abaisse. Dans la pratique, c'est-à-dire dans les conditions où sont placées les eaux-de-vie charentaises, on constate un abaissement du degré alcoolique, dont les chiffres suivants donnent une idée. Les échantillons ont été pris dans deux chais différents :

	CHAI A	CHAI B
Eau-de-vie de 1893	68°	65°
» 1892	68	63
» 1887	60	61
» 1883	57	60
» 1873	52	59

La déperdition est très différente suivant la dimension des fûts dans lesquels sont logées les eaux-de-vie. Le vieillissement y est aussi plus ou moins rapide. Dans des fûts de petite dimension la déperdition est très grande, mais le vieillissement très rapide ; au contraire, dans les fûts de grande dimension, le vieillissement est plus lent et la déperdition moins considérable. La dimension du fût adoptée en Charente, le *tierçon* de 5 à 6 hectolitres, paraît réaliser une bonne moyenne.

En dehors des variations de volume et de la déperdition plus ou moins grande de l'eau et de l'alcool, le fût cède une certaine proportion de matières solides et, en particulier, de tanin à l'eau-de-vie, et celle-ci se colore.

Fig. 13. — *Distillerie Biscuit-Dubouché à Jarnac.* — Les appareils distillatoires sont rangés de chaque côté ; les réfrigérants sont surmontés d'un cône destiné à enlever la vapeur ; à gauche se voit un réchauffe-vin. L'ouvrier du premier plan pompe le vin pour charger un alambic.

Quant aux actions chimiques qui se produisent, on admet généralement qu'elles sont de deux ordres : *oxydations* et *éthérifications*. Il est certain que les phénomènes d'oxydation doivent jouer un rôle important dans le vieillissement des eaux-de-vie. En effet, le vieillissement ne se produit pas quand l'eau-de-vie est enfermée à l'abri de l'air, dans des bouteilles, par exemple. D'un autre côté, les procédés artificiels d'oxygénation des eaux-de-vie permettent de les vieillir dans une certaine mesure. Ce que l'on peut constater nettement à l'analyse, c'est que les eaux-de-vie âgées sont plus riches en acides que les eaux-de-vie anciennes. Ce surcroît d'activité est dû, non seulement à la matière que l'eau-de-vie a pu extraire du bois, mais aussi à l'acide acétique formé par l'oxydation.

Voici les proportions d'acide total (exprimé en grammes d'acide acétique par litre), que renfermaient les eaux-de-vie des deux chais que nous avons déjà cités:

	CHAI A	CHAI B
	—	—
Eau-de-vie de 1893.....	0.06	0.31
» 1892.....	0.06	0.43
» 1887.....	0.19	0.48
» 1888..... ...	0.21	0.55
» 1873.....	0.30	0.82

Ordonneau, qui avait également observé ce fait, avait indiqué qu'il se formait par le vieillissement environ un gramme d'acide acétique par hectolitre et que la proportion d'acidité pouvait, dans certains cas, donner des renseignements sur l'âge d'une eau-de-vie.

Quant au phénomène de l'éthérification, il nous paraît jouer un rôle moins important que celui qu'on paraît généralement lui attribuer. En dosant les éthers dans des eaux-de-vie de différents âges, on n'observe pas que ceux-ci suivent une proportion croissante. Dans certains cas, même, on trouve moins d'éthers dans des eaux-de-vie vieilles que dans les mêmes eaux-de-vie jeunes.

En résumé, les phénomènes principaux qui se produisent pendant le vieillissement paraissent être : la *concentration* du liquide, la *dissolution* des principes solubles du bois, l'*oxydation*, et une *éthérification partielle*.

La qualité des futailles doit être une des plus grandes préoccupations des distillateurs charentais. Si l'on réfléchit, en effet, qu'un tierçon (5 à 6 hectolitres) d'eau-de-vie de qualité supérieure peut valoir 1.800 francs et tripler de prix en 10 ou 15 ans, c'est-à-dire valoir 5.400 francs, on voit que le distillateur a le plus grand intérêt à choisir très soigneusement ses fûts.

Pour faire les douves des fûts, on prend des merrains, pièces de bois de chêne choisies pour cet usage et débitées spécialement. On doit prendre des bois parfaitement sains et rejeter les bois poreux ou les bois trop colorés. « Les merrains, dit M. Jacquet, devraient provenir, autant que possible, d'arbres de 40 à 50 ans au moins, être débités dans le sens du fil du bois, à la hache et non à la scie : on ne choisira que les pièces dépourvues d'aubier et de nœuds, sans pourriture ni vermoulure : le grain en sera fin et serré, la coloration assez claire et les fibres traversées de veines franches et brillantes; les douves devront prendre le poli sous le grattoir; enfin, elles ne seront façonnées en fûts qu'après un séchage en pile, de cinq ans au minimum; telles sont, en résumé, les conditions auxquelles doivent satisfaire les bois destinés à loger les eaux-de-vie. »

Les bois les plus estimés en Charente sont les chênes du Limousin, que les négociants de Cognac recherchent et qu'ils paient cher.

On utilise aussi le bois de chêne de l'Angoumois, du Berry, de la Bretagne, de la Gascogne. On importe aussi des merrains dont les plus utilisés sont ceux du Nord (Dantzick, Lubeck, Stettin, Riga). Les bois de Bosnie, Trieste, des bords du Danube sont moins estimés. On emploie aussi des bois de Transylvanie, de Roumanie et de l'Amérique du Nord[1].

Avant de se servir d'un fût neuf, on doit enlever l'excès d'extractif du bois. Pour cela, on *étuve* à la vapeur sous faible pression jusqu'à ce que l'eau condensée coule incolore, ou on *échaude* en versant plusieurs fois de suite de l'eau bouillante, qu'on laisse ensuite égoutter.

Après ce *lavage*, on *avine* le fût. Pour cela, on le remplit aux trois quarts de petites eaux à 20-25°, et on les laisse séjourner quelque temps pour que le bois s'imprègne bien de liquide alcoolique. Le fût bien égoutté est alors prêt à recevoir l'eau-de-vie.

Au bout de quelques années de fût, les eaux-de-vie sont *rassises* et leur degré s'est affaibli. Leur degré marchand est de 60°. C'est le degré sur lequel est établi le prix. Les degrés supplémentaires, ou *surforce*, viennent s'y ajouter[2].

Lorsque les eaux-de-vie sont suffisamment vieilles pour que leur degré soit tombé au-dessous de 60°, leur prix est établi à l'hectolitre sans modification de moinsforce.

§ 5. — Vieillissement artificiel.

Le vieillissement naturel est une opération fort coûteuse par l'importance des capitaux immobilisés pendant de nombreuses années. Le stock des eaux-de-vie dans les Charentes représente actuellement une valeur considérable. Aussi s'est-on ingénié à trouver un mode de vieillissement artificiel qui permît d'obtenir en peu de temps le résultat d'une longue conservation.

Les procédés de vieillissement artificiel qui ont été essayés, reposent sur l'action de la chaleur, du froid, de l'électricité, de l'ozone et de l'oxygène. La chaleur favorise les réactions qui se produisent plus lentement à la température ordinaire; mais le vieillissement obtenu est peu notable.

Pictet a fait agir le froid. En refroidissant une eau-de-vie à 80°, on obtiendrait un vieillissement équivalant à 12 ans.

L'électricité a été également essayée, mais ces divers procédés, chaleur, froid et électricité n'ont pas reçu une sérieuse application pratique. Il ne

[1] Voici la dimension officielle de la futaille charentaise, le *tierçon*, le plus employé pour la conservation en chais, 560 litres; la *barrique*, 280 litres; le *quarteau*, 140 litres. Pour l'expédition on se sert aussi de petits fûts de 25, 35, 45, 55, 65 litres, désignés sous le nom de *barillage*.

[2] Soit D le degré effectif, le nombre de litres de surforce par hectolitre sera $\frac{100\,(D-60)}{60}$. Supposons, par exemple, une eau-de-vie marquant 67°. Elle aura $\frac{100\,(67-60)}{60} = 11^{l},66$ de surforce, c'est-à-dire que 1 hectolitre à 67° représentera 1 hect. 1166 à 60°, et, si l'hectolitre vaut 300 francs à 60° l'hectolitre à 67° vaudra $300 \times 1{,}1166 = 334$ fr. 98.

semble pas, d'ailleurs, que ce soit là la véritable voie, et les procédés de vieillissement basés sur l'action de l'oxygène paraissent beaucoup plus rationnels, l'oxydation jouant probablement le rôle prépondérant dans les phénomènes du vieillissement.

M. Villon fait barboter de l'oxygène dans l'eau-de-vie maintenue à une température assez élevée.

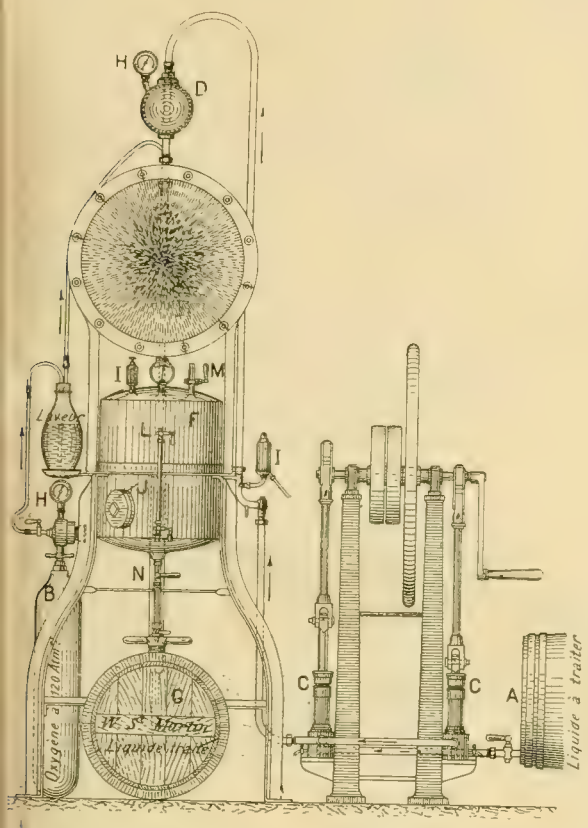


Fig. 14. — *Appareil St-Martin pour le vieillissement des eaux-de-vie par l'oxygène.* — A, liquide à traiter; B, tube de l'oxygène; C, C, pompes à pression; D, boule à air; E, pulvérisateur; F, récipient; G, tonneau à recevoir les liquides traités; H, H, manomètres; I, I, soupapes de sûreté; J, trou pour nettoyer le récipient; L, tube-niveau; M, robinet pour recueillir les éthers; N, robinet de soutirage.

Dans l'appareil Saint-Martin (fig. 14), le liquide est refoulé de A en D, d'où, par deux tubes capillaires, il arrive à un état d'extrême division en E en même temps que l'oxygène fourni par le cylindre B. De là il se rend dans le récipient F. Le robinet M sert à recueillir les éthers; le robinet N fait passer le liquide dans le tonneau G.

§ 6. — Coupages et mouillages.

Les négociants charentais achètent leurs eaux-de-vie aux distillateurs — quelquefois ils sont aussi distillateurs eux-mêmes. Ils emmagasinent, dans leurs chais, les eaux-de-vie jeunes et les font vieillir; ils possèdent ainsi un stock d'eaux-de-vie vieilles, qui se chiffre par des sommes très importantes dans les grandes maisons.

Pour la préparation des eaux-de-vie qui portent dans la consommation les noms de *Cognac* et de *Fine Champagne*, ils commencent par faire des *coupages*. Chaque eau-de-vie possédant un caractère spécial, soit finesse, moelleux, corps, etc., c'est par un mélange qui exige tout l'art des dégustateurs, qu'on crée un produit réunissant ces diverses qualités. Par le *mouillage*, on abaisse ensuite le degré à 48°, degré marchand. Afin de donner au liquide plus de moelleux, on le sucre avec du sirop à 36° Baumé. Le *sirupage* se fait à une dose variable, en général 1/2 à 1 1/2 %. Le *collage* se pratique soit avec du blanc d'œuf, soit avec un litre de lait par hectolitre d'eau-de-vie. La *filtration* s'effectue sur de la flanelle, du feutre ou du papier joseph.

Pour effectuer le mélange parfait des eaux-de-vie et les fondre ensemble, on pratique quelquefois le *tranchage*, qui consiste à chauffer en vase clos à 70-75°, puis à laisser refroidir lentement.

§ 7. — Procédés d'amélioration et de sophistication.

Nous avons indiqué le mode de fabrication en quelque sorte licite et régulier des eaux-de-vie. Les industriels et les négociants emploient aussi d'autres moyens dont les uns sont aussi parfaitement licites, mais dont certains autres le sont moins et peuvent même, en certains cas, devenir frauduleux.

Un procédé d'amélioration consiste à faire les coupages des eaux-de-vie à fort degré avec des petites-eaux boisées. On obtient celles-ci en faisant séjourner sur des copeaux de chêne du Limousin, préalablement lavés à l'eau, des petites-eaux à 20-25°.

On se sert aussi de « sauces » dans lesquelles entrent des feuilles de thé, des fleurs de tilleul, du bois de réglisse, du capillaire du Canada, de la racine d'iris de Florence, de la vanille, des prunes sèches d'Agen, des raisins secs, des figues sèches, du brou de noix, du cachou, des coques d'amandes vertes torréfiées, etc.

Pour donner du bouquet, on ajoute aussi des essences qui se vendent sous les noms d' « *huile de vin* », d' « *éther œnanthique* », d' « *essence de lie de vin* » d' « *essence de cognac* », d' « *essence de raisins* », etc.

Ces produits sont, en général, des solutions alcooliques d'éthers gras provenant soit de la distillation des lies ou des pépins, soit d'une fabrication artificielle. Ces dernières essences sont principale-

ment de provenance allemande. On en expédie notamment de Hambourg. Elles sont obtenues par l'éthérification d'acides gras divers; les acides gras fournis par l'oxydation des huiles de ricin et de palme par l'acide citrique, paraissent être surtout employés. Ces éthers sont formés de caprate, caproate, caprylate d'éthyle ou d'amyle.

Les essences fabriquées en France s'obtiennent surtout par la distillation des lies de vin ou des pépins. Ce sont les « *huiles de vin* » ou les « *essences de lie de vin* ».

Les essences et les sauces devraient être exclues de la fabrication des *cognacs* et être utilisées uniquement à la fabrication des eaux-de-vie de *fantaisie*.

§ 8. — Commerce.

Le graphique ci-joint (fig. 15) indique les quantités d'eaux-de-vie de cognac produites et expédiées. Comme on peut le voir, jusqu'en 1878, époque de l'invasion du phylloxera, la quantité d'eau-de-vie produite a été bien supérieure à la quantité expédiée, et la vente a suivi sensiblement les mêmes fluctuations que la production. A partir de 1879, la production devient inférieure à la vente. Celle-ci se maintient à peu près constante et s'alimente avec le stock des eaux-de-vie anciennes.

Actuellement, il y a encore un stock considérable de vieilles eaux-de-vie dans les Charentes. On peut l'évaluer à plus de 5 millions d'hectolitres, d'après les données suivantes :

De 1861 à 1880 on a brûlé	88.813.124 hectolitres de vin
Qui ont produit.....	12.682.246 hect. d'eau-de-vie
Dont.....	5.921.480 hect. ont été expédiés
Il reste donc un stock de	6.760.766 hectolitres
De 1881 à 1891 on a brûlé	15.141.895 hectolitres de vin
Qui ont donné.....	1.692.441 hect. d'eau-de-vie
On en a expédié.....	2.835.583 hectolitres
Soit un déficit de.....	1.143.142 hectolitres

Il resterait, en résumé, un stock de 5.617.624 hectolitres, auquel il faut joindre environ 500.000 hectolitres de stock antérieur à 1861.

C'est grâce à ce stock de vieilles eaux-de-vie, véritable trésor de la Charente, que l'industrie de Cognac a pu supporter la crise du phylloxera et conserver, en attendant la reconstitution du vignoble, son antique réputation.

Les expéditions de Cognac se font par trois ports : le port de Tonnay-Charente auquel les fûts arrivent par bateau (environ 150.000 hectolitres d'eau-de-vie prennent cette voie); les ports de Bordeaux et de la Rochelle, auquels ils accèdent par la voie ferrée.

IV. — Armagnacs, Troix-six et Eaux-de-vie de Marcs.

Au-dessous des Cognacs et Fines Champagnes prennent place les autres eaux-de-vie dérivées des

Fig. 15. — *Quantités d'eaux-de-vie de Cognac produites et expédiées de 1861 à 1891.*

—— Quantités distillées.
----- Quantités expédiées.

Fig. 16. — *Région de production des eaux-de-vie de l'Armagnac.*

produits de la fermentation vinique : *Armagnacs*, *Troix-six et Marcs*.

§ 1. — **Eaux-de-vie de l'Armagnac.**

Les eaux-de-vie de l'Armagnac sont produites dans les départements du Gers, de Lot-et-Garonne et des Landes. On distingue trois régions : Le haut Armagnac, dans le département du Gers et comprenant les cantons de Condom, Valence, Vic, Fezensac, Jeguin et Montesquiou ; le bas Armagnac (cantons de Cazaubon et Nogaro, dans le Gers, et de Gabarret dans les Landes), enfin le *Tenarèze* (cantons d'Eauze et de Montréal dans le Gers et de la partie sud du Lot-et-Garonne) (fig. 16).

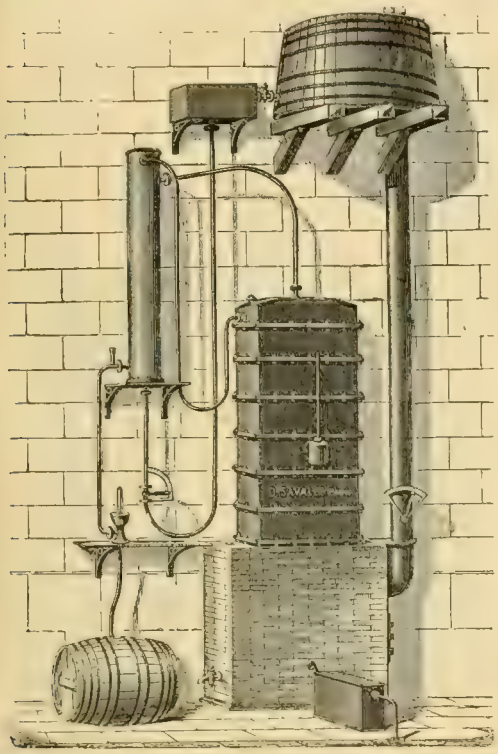


Fig. 17. — *Appareil Savalle pour la production des eaux-de-vie de vin.* — Le vin, placé dans le bac supérieur, arrive au bas du chauffe-vin, situé au milieu à gauche. Il s'écoule ensuite à la partie supérieure de la colonne de rectification à plateaux et sort épuisé à la partie inférieure de celle-ci.

Dans cette région on cultive la Folle blanche, qui y est connue sous le nom de Picpoul blanc.

Le degré marchand des eaux-de-vie de l'Armagnac est de 52°.

§ 2. — **Trois-six de Montpellier.**

En dehors des eaux-de-vie de vin produites dans les Charentes et dans l'Armagnac, on distille des vins dans la région du Nantais, de l'Anjou et du Poitou et surtout dans le Midi.

L'industrie des eaux-de-vie a pris un grand développement dans le Midi depuis le commencement de ce siècle. En 1801, Adam breveta son appareil de rectification qui permettait d'obtenir facilement des produits d'un degré alcoolique élevé. Adam établit alors vingt grandes « *brûleries* » ou distilleries. Un grand nombre d'appareils de rectification basés sur les mêmes principes furent ensuite mis en pratique. Dans le Midi, notamment dans l'Hérault, le but de ces appareils est de produire du premier jet des alcools à haut degré.

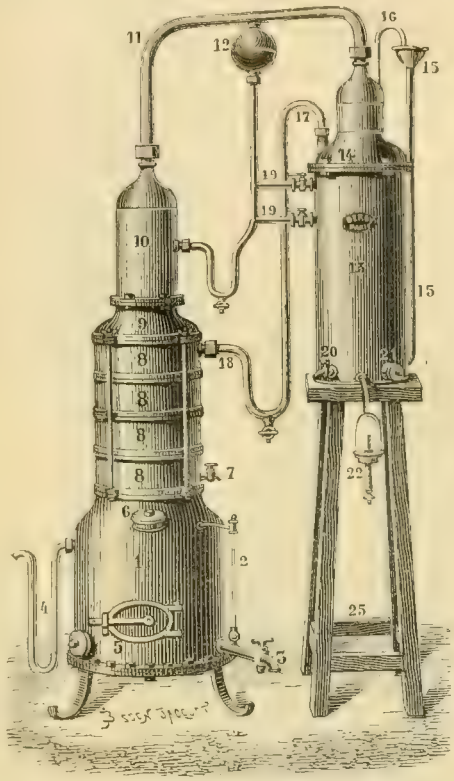


Fig. 18. — *Appareil Deroy pour la production continue des eaux-de-vie.* — 1, chaudière ; 8, 8, 8, plateaux de rectification, 11, col de cygne ; 13, réfrigérant ; 12 et 19, boule et tuyaux pour la condensation d'une partie des vapeurs et le reflux du liquide formé ; 14, chauffe-vin ; 17 et 18, tuyaux amenant le vin réchauffé sur les plateaux ; 22, éprouvette-jauge ; 4, vidange.

Le degré marchand des trois-six du Midi est de 85-86° et les appareils employés dans cette région permettent d'obtenir du premier jet des alcools à 90°. On s'est efforcé, pour cette fabrication, de construire des appareils à grand rendement, car c'est là le moyen d'abaisser sensiblement le prix de revient.

L'appareil Savalle (fig. 17) est d'un emploi courant dans beaucoup de distilleries du midi de la France ; c'est un appareil à colonne et à plateaux, muni d'un chauffe-vin. Il donne au premier jet des trois-six (85-86°).

Les appareils distillatoires continus ne paraissent pas encore s'être généralisés dans les distilleries ; néanmoins leur usage serait très écono-

mique pour la production des eaux-de-vie courantes. Nous mentionnons ici les appareils construits par Egrot (fig. 19) et par Deroy (fig. 18) pour cet usage.

Mais ces appareils ne peuvent être mis en œuvre que dans les installations importantes. Dans les petites brûleries, il faut employer des appareils

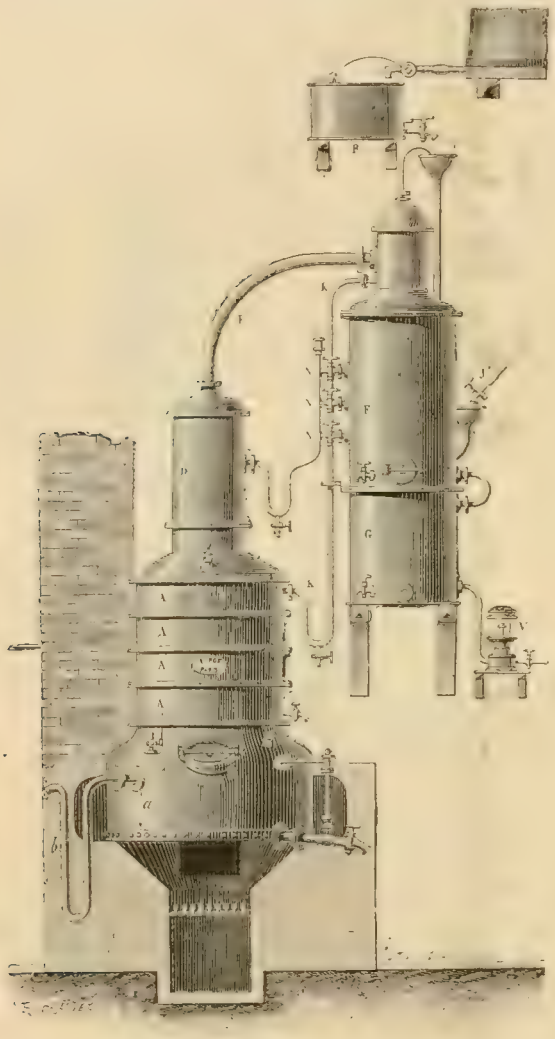


Fig. 19. — *Appareil Egrot pour la production continue des eaux-de-vie.* — *a*, chaudière ; A, A, A, plateaux de rectification ; F, réchauffe-vin ; G, réfrigérant ; N, N, tubes de retour des vapeurs condensées ; J, entrée du vin ; K, tuyau amenant le vin chaud sur les plateaux ; V, éprouvette-jauge ; *b*, vidange.

plus simples. L'un des plus parfaits dans ce cas est l'appareil Deroy (fig. 20) muni de sa lentille de rectification. Les vapeurs produites dans la chaudière 1 passent dans la lentille 16 avant de se rendre au réfrigérant. La lentille est recouverte d'une toile qu'on maintient légèrement imbibée avec l'eau un peu chaude qui s'écoule de la partie supérieure du réfrigérant.

M. Egrot emploie un autre dispositif pour la rectification des vapeurs alcooliques. C'est une sphère U (fig. 22) ; cette sphère est double ; la partie intérieure contient de l'eau à une température convenable et la vapeur alcoolique circule dans la partie annulaire.

Ces appareils simples donnent au premier jet des eaux-de-vie marquant 60° ; une seconde rectification donne des trois-six de 85 à 90°. Ils sont soit fixes, soit montés sur roues et servent dans ce cas aux distillateurs ambulants qui parcourent les pays de bouilleurs de cru. Pour plus de commodité, dans ces appareils distillatoires, la chaudière est souvent mobile et bascule sur pivot, ce qui facilite la vidange et le nettoyage (fig. 21).

§ 3. — Eaux-de-vie de marcs.

Les marcs provenant de la fabrication des vins retiennent toujours une certaine quantité de

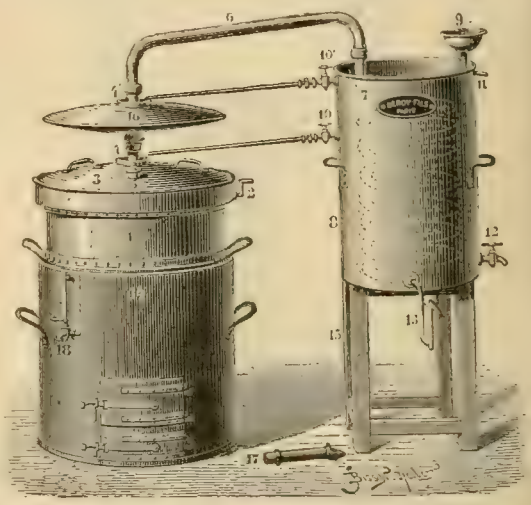


Fig. 20. — *Appareil Deroy à lentille de rectification pour la production des eaux-de-vie (employé dans les petites brûleries).* — 1, chaudière ; 16, lentille de rectification ; 8, réfrigérant ; 10 et 10', robinets d'écoulement de l'eau tiède provenant du réfrigérant et destinée à humecter la lentille et le sommet de la chaudière ; 13, éprouvette-jauge ; 14, foyer.

liquide alcoolique, quelle que soit la pression à laquelle ils ont été soumis. On retire l'alcool de ces marcs soit en les distillant directement, soit en les épuisant, au préalable, par l'eau, et distillant la piquette obtenue.

La méthode de distillation directe, qui est celle employée en Bourgogne, donne une eau-de-vie très chargée en aldéhyde et en huiles essentielles, dont l'odeur très pénétrante est fort appréciée de certains consommateurs.

Par la distillation des piquettes de marc, on obtient, au contraire, une eau-de-vie plus neutre et plus comparable à l'eau-de-vie de vin.

En général, les marcs ne sont distillés que quelques mois après la vendange. On les conserve dans des tonneaux ou dans des citernes, qu'on ferme

aussi hermétiquement que possible, et où on les tasse fortement. Il est, en effet, nécessaire d'empêcher l'accès de l'air, qui transformerait l'alcool en acide acétique ou en aldéhyde. Il faut cependant laisser une petite ouverture pour le dégagement du gaz acide carbonique.

La distillation peut s'opérer soit à feu nu, soit au bain-marie, soit à la vapeur : le premier mode opératoire étant surtout employé pour les faibles quantités, et le dernier pour des opérations plus importantes.

Pour la distillation à feu nu, on peut utiliser les appareils simples en se bornant à mettre au fond de la chaudière une grille de cuivre, une claie d'osier ou un lit de paille, afin que le marc ne brûle pas. On remplit ensuite la chaudière de marc et on y ajoute le tiers de son volume d'eau, si le marc a été fortement pressé, ou le quart ou le cinquième seulement de son volume, si le marc a été peu pressé. On a soin d'éliminer les produits de tête ou de queue, si l'on veut obtenir de l'eau-de-vie de bonne qualité.

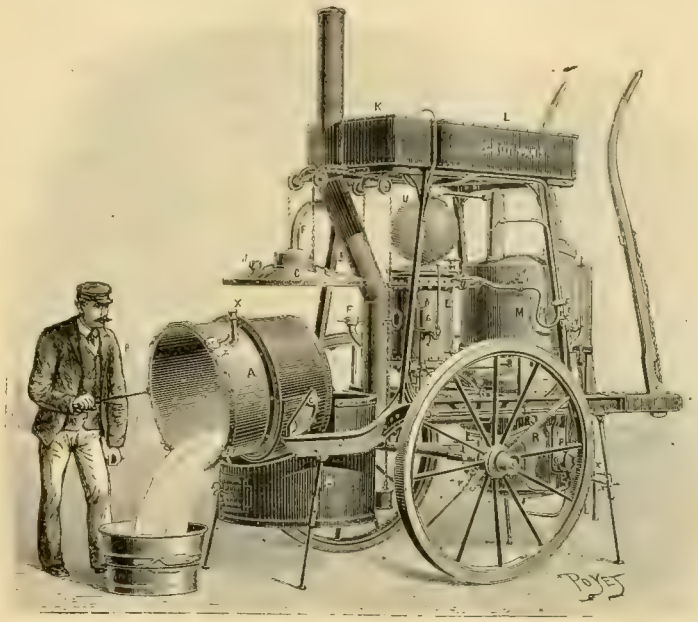


Fig. 21. — *Appareil multiplex Egrot pour la production d'eaux-de-vie de 1er jet à 95 0/0.* — A, chaudière; B, fourneau; C, chapiteau-couvercle; F, col de cygne; M, chauffe-vin; P, vidange du chauffe-vin dans la chaudière; R, réfrigérant; E U, rectificateur; *v*, vidange; *x*, éprouvette de sortie de l'eau-de-vie; *x'*, éprouvette de sortie des mauvais goûts.

Pour la distillation à feu nu, on adopte généralement des appareils dans lesquels le marc est placé dans un panier perforé. De cette manière, la vapeur se trouve bien distribuée à travers la masse, et on n'a pas à craindre de surchauffer. On évite ainsi le goût de rincé ou de brûlé si désagréable.

Dans l'appareil Deroy (fig. 23), le panier porte au centre un tube éjecteur qui détermine un mouvement continu du liquide chaud à travers le marc. C'est une disposition analogue à celle des lessiveuses.

Dans l'appareil Egrot, c'est un simple panier perforé à la partie supérieure.

On sait qu'en Bourgogne la propriété est très morcelée. Il y a un grand nombre de viticulteurs, et la production de chacun d'eux est relativement faible. Aussi le nombre de bouilleurs de cru y est-il considérable.

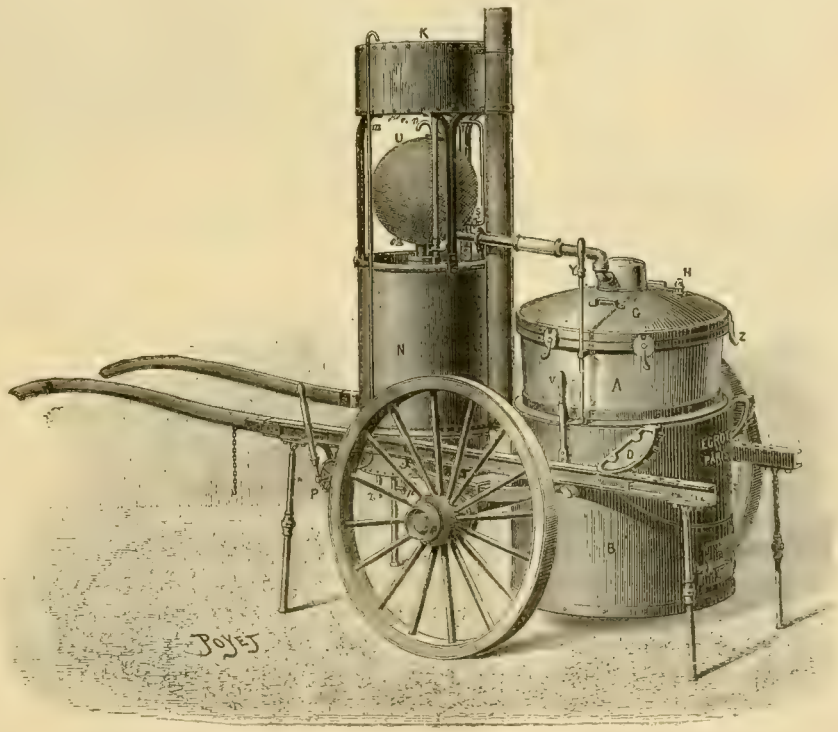


Fig. 22. — *Appareil Egrot employé par les bouilleurs ambulants pour la fabrication des eaux-de-vie.* — A, chaudière; B, foyer; U, sphère de rectification; K, réservoir; N, réfrigérant.

En général, la distillation est faite par des industriels qui parcourent les communes avec leur ap-

pareil et travaillent à façon pour les propriétaires. Aussi les appareils distillateurs sont-ils souvent montés sur roues.

Afin de faciliter le nettoyage, les constructeurs

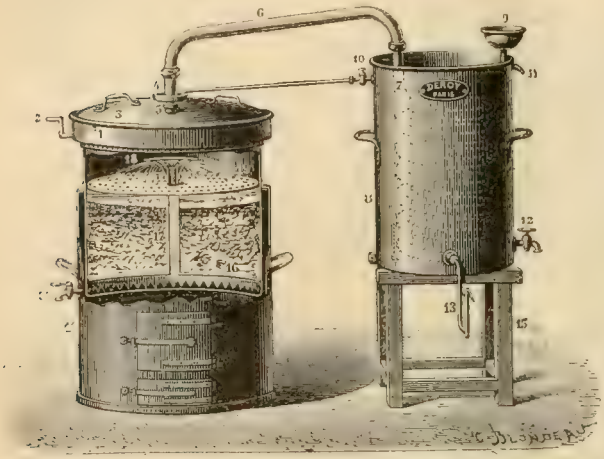


Fig. 23. — *Appareil Deroy à tube éjecteur central pour la distillation des marcs.* — 16, panier métallique contenant les marcs ; 18, pomme d'arrosoir ; 5, chapiteau ; 6, col de cygne ; 8, réfrigérant ; 13, éprouvette ; 10, robinet amenant l'eau tiède du réfrigérant pour produire la rectification.

ont adopté pour les petits alambics une chaudière basculante qui permet de vider aisément les marcs. Les paniers peuvent aussi s'enlever au moyen d'un dispositif mécanique simple.

Dans la distillation à la vapeur, on se sert d'ap-

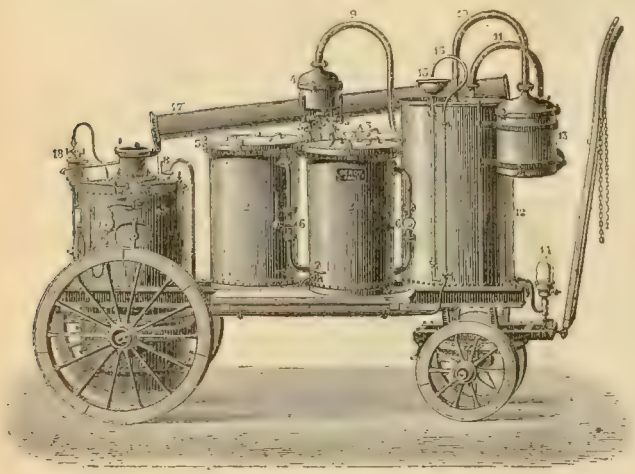


Fig. 24. — *Batterie Deroy pour la distillation des marcs à la vapeur.* — 1, générateur ; 8, prise de vapeur ; 7, entrée de vapeur ; 2, 2, vases contenant les marcs ; 4, récepteur ; 9, 10, 11, cols de cygne ; 12, réfrigérant ; 13, analyseur ; 14, éprouvette ; 16, arrivée d'eau ; 18, pompe à vapeur pour l'alimentation de la chaudière et du réfrigérant.

pareils présentant la forme cylindrique. La vapeur arrive par la partie supérieure et traverse le marc. On dispose une série de trois ou quatre de ces cylindres, ce qui constitue une batterie et permet de faire une distillation continue. Ces batteries peuvent être, comme les appareils plus simples, fixes ou transportables.

La batterie figurée ici (fig. 24) est montée sur chariot, ce qui permet de la transporter aisément.

L'appareil Sorel, construit par Savalle (fig. 25), permet de distiller économiquement de grandes quantités de substances pâteuses et convient en particulier au traitement des marcs des vignobles du midi de la France. La chaudière est horizontale et est munie d'un appareil malaxeur qui remue continuellement la substance à distiller.

Il est facile de comprendre que la distillation à

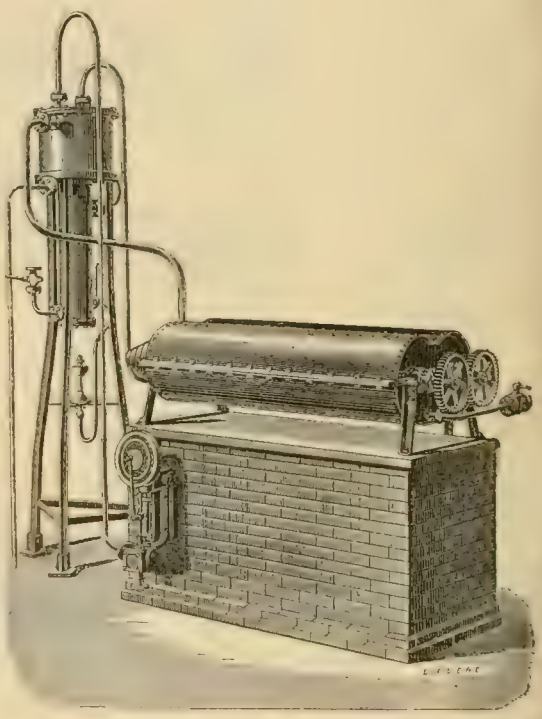


Fig. 25. — *Appareil Sorel-Savalle pour la distillation des marcs.* — La chaudière horizontale est munie d'un appareil permettant d'agiter la masse pâteuse ; à gauche, on voit le chauffe-vin et le réfrigérant.

la vapeur doit donner des eaux-de-vie moins riches en huiles essentielles que la distillation à feu nu. Ces eaux-de-vie sont moins aromatiques, mais plus fines. Cependant, bien des consommateurs bourguignons préfèrent l'eau-de-vie de marc préparée par l'ancien procédé, c'est-à-dire par la distillation à feu nu.

Les marcs donnent un rendement très variable en alcool. En général, 100 kilos de marcs donnent de 4 à 8 litres d'eau-de-vie à 50°. Les marcs riches en donnent jusqu'à 12 à 14 litres.

Lorsqu'on ne distille pas les marcs en nature, on peut aussi les épuiser par l'eau et distiller ensuite les piquettes obtenues. Le lavage peut se faire en faisant macérer le marc avec une certaine quantité d'eau, et pressant ensuite la masse. Mais il vaut

mieux opérer par lixivation méthodique (fig. 26). Le marc est entassé dans des cuves. On fait arriver lentement de l'eau à la partie supérieure de la première cuve. L'eau déplace le liquide alcoolique, qui surnage et vient s'écouler à la partie supérieure. On peut le faire arriver dans une deuxième et une troisième cuve. On peut ainsi obtenir des piquettes assez alcooliques, qui donnent de bonnes eaux-de-vie, assez comparables aux eaux-de-vie de vin.

V. — Eaux-de-vie non dérivées du vin.

Ces eaux-de-vie proviennent du cidre, du poiré, des alcools résultant de la fermentation des fruits à noyaux ou de la canne à sucre.

§ 1. — Eaux-de-vie de Cidre et de Poiré.

La fabrication du Calvados et de l'Eau-de-vie de Poiré devant être exposée par M. Lechartier dans une monographie ultérieure consacrée au Cidre et au Poiré, nous ne la mentionnons que pour mémoire dans le présent article.

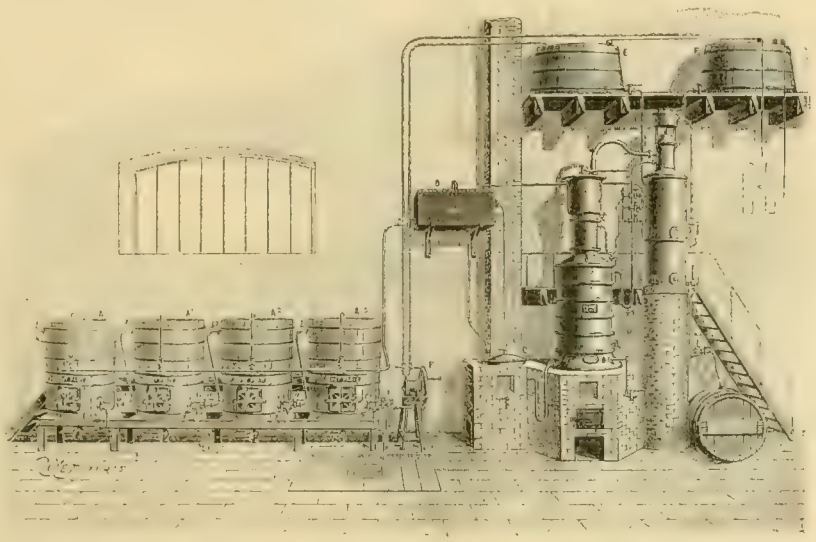


Fig. 26. — *Distillerie de marcs par lixivation.* — A à A³, cuves contenant le marc. L'eau contenue dans le réservoir D déplace le marc des cuves. Le liquide alcoolique s'écoule dans une citerne et est envoyé par la pompe P dans les réservoirs E F, d'où il passe dans l'appareil distillatoire situé à droite.

§ 2. — Eaux-de-vie de fruits à noyaux.

Les fruits à noyaux, notamment les cerises et les prunes, sont les matières premières de la production d'une eau-de-vie très estimée sous les noms de *kirsch* et de *quetsch*. On distille aussi des pêches et des abricots, mais en quantité beaucoup moins importante.

Cette industrie est principalement localisée dans les départements de l'Est, surtout les Vosges et la Haute-Saône (fig. 27). En réalité, la région de production est divisée par la chaîne des Vosges : une partie importante se trouvant en France dans ces départements, l'autre se trouvant en Lorraine et plus à l'Est encore dans la Forêt-Noire.

De même qu'en Bourgogne, la distillation des fruits est très répandue : le nombre de bouilleurs de cru est considérable. Presque tous les cultivateurs utilisent l'excédent de leurs fruits à fabriquer de l'eau-de-vie, qu'ils font distiller par des bouilleurs ambulants. Dans les installations plus importantes on trouve l'appareil distillatoire.

La fabrication de ces eaux-de-vie peut se faire de trois manières : soit en laissant fermenter les fruits entiers, soit en foulant les fruits, les additionnant d'eau tiède, puis extrayant le jus fermenté, soit en extrayant des fruits le jus sucré et faisant fermenter celui-ci. Dans le premier cas on a à distiller une masse pâteuse et, dans les deux autres cas, un liquide.

La première méthode est, en quelque sorte, la méthode campagnarde, tant sa mise en œuvre est simple. On jette les fruits dans un tonneau ou dans une cuve et on les laisse entrer en fermentation dans un local ni trop chaud ni trop froid. La température la plus favorable est de 15 à 25°, en moyenne 20°. Le lendemain ou le surlendemain la masse entre en activité et l'acide carbonique se dégage. Il faut de 12 à 15 jours pour que les cerises soient bien fermentées et un mois à un mois et demi pour les prunes.

Pour les cerises on recommande de retirer d'abord les queues, qui donnent de l'amertume au produit fermenté et qui influent sur le goût de l'eau-de-vie. Si on ne doit pas distiller de suite, ce qui est le cas général, on bouche soigneusement pour éviter les fermentations secondaires.

La masse étant de consistance pâteuse, il est bon, pour faire la distillation dans de bonnes conditions, de mettre un peu d'eau. Il faut aussi prendre des précautions pour que, si le chauffage a lieu à feu nu, la matière ne se brûle pas au contact des parois chauffées, ce qui communiquerait un très mauvais goût à toute la masse de l'eau-de-vie. Les procédés appliqués à la distillation des marcs peuvent donc rendre les mêmes services dans la distillation des fruits (fig. 28 et 29).

C'est une opinion assez répandue que le kirsch préparé par distillation à feu nu est meilleur que

le Kirsch distillé à la vapeur. En tout cas, faut-il que les plus grandes précautions soient prises quand on utilise le premier procédé.

Un second procédé de fabrication consiste à fouler les fruits, mais en évitant, autant que possible, de casser les noyaux, qui renferment un principe nuisible à la marche de la fermentation. On arrose la masse pulpeuse d'un peu d'eau tiède, puis on laisse fermenter. Au bout d'un temps suffisant, on soutire le jus, et on presse le marc. Le liquide alcoolique est soumis à la distillation dans des appareils analogues à ceux qu'on utilise pour la fabrication de l'alcool de vin.

Les marcs distillés donnent une eau-de-vie de qualité plus ordinaire.

Enfin, un troisième procédé de fabrication, mais d'un usage moins courant, consiste à faire macérer les fruits dans l'eau, puis à extraire, par pression, le jus sucré. Celui-ci, marquant de 4 à 8° Baumé, est mis à fermenter, puis on distille le liquide alcoolique obtenu.

Fig. 27. — *Région et principaux centres de production des kirschs.*

De quelque manière que le kirsch ou le quetsch aient été produits, on emmagasine ces liqueurs dans des bonbonnes de verre, qu'on laisse débouchées. C'est de cette manière que le vieillissement s'opère. Aussi, ces eaux-de-vie sont-elles toujours incolores. Le kirsch est produit à 52-54° et ramené à 50°. C'est là le degré marchand.

Les kirschs naturels étant des produits relativement chers, on prépare des kirschs de fantaisie en aromatisant, au moyen d'essences, des alcools d'industrie. Les essences employées sont presque toutes à base d'essence d'amandes amères ou aldéhyde benzoïque. On emploie presque toujours des alcools d'industrie bon goût. De manière à abaisser encore les prix de vente, surtout dans les villes pourvues d'octrois, on donne à ces produits un degré alcoolique plus faible : 45°-40°, quelquefois même 35° seulement.

§ 3. — Rhums et Tafias.

Les *Rhums et Tafias* se préparent soit au moyen du jus de canne à sucre (vesou ou melado), ou de la mélasse de canne (miel ou mieles). On mélange trois parties environ de vesou ou de mélasse avec trois à quatre parties d'eau et six à huit parties de vinasse refroidie à 25 ou 30°, puis on laisse fermenter. L'emploi d'un levain préparé avec des raisins secs donne un bon résultat.

La distillation s'opère dans un alambic d'une forme un peu spéciale. L'eau-de-vie de premier jet obtenue varie de 60 à 78°, suivant les pays. Les Martinique marqueront 62° environ, les Jamaïque 70-77°, les Demerara 78°.

L'eau-de-vie distillée est mise dans des fûts de chêne blanc où un séjour de quelques années lui fait acquérir le goût et la couleur et en abaisse le titre à 55-56°, titre commercial des Martinique.

Le Havre est le port principal d'importation des rhums provenant de notre colonie de la Martinique. L'importation du rhum est annuellement d'environ 150.000 hectolitres. Ce rhum est amené au titre de 50°, pour la consommation.

Le rhum est une des eaux-de-vie qui se prêtent le plus aisément aux manipulations plus ou moins licites. Une foule de « sauces » sont préparées pour faire du rhum de fantaisie. Il serait extrêmement utile que la Régie et les Bureaux d'Hygiène prissent souvent la peine de faire surveiller la fabrication de ces produits et les altérations ultérieures que le Commerce leur fait subir.

VI. — Liqueurs apéritives.

Les liqueurs apéritives dont la consommation est le plus répandue sont : Les *absinthes*, les *vermouths*, les *bitters* et *amers*, les *vins apéritifs*, vins de quinquina, etc.

La consommation de l'absinthe est d'environ 200.000 hectolitres par an ; celle des bitters 50.000, des vermouths 250.000 à 300.000 hectolitres.

§ 1. — Absinthes.

L'absinthe est obtenue par la distillation de diverses plantes en présence de l'alcool. La formule des absinthes varie suivant les fabricants et constitue un de leurs secrets de fabrication : néanmoins il y entre toujours certaines plantes, plantes fondamentales, telles que la grande absinthe, l'anis vert, le fenouil, l'hysope, la mélisse .

Voici, par exemple, une formule d'absinthe de bonne qualité :

POUR 1 HECTOLITRE D'ABSINTHE

Matières entrant dans la fabrication de l'alcoolat.....	Grande absinthe $2^k,5$ Anis vert 8^k Fenouil 4^k
Servant pour la coloration.....	Petite absint. 1^k à $1^k,2$ Hysope $0^k,3$ à $0^k,5$ Mélisse $0^k,2$ à $0^k,25$

Les absinthes varient non seulement suivant la qualité, la nature, la quantité, l'association des plantes, mais aussi suivant le degré alcoolique : Les absinthes de qualité supérieure contiennent 72 °/₀ d'alcool pur ; les absinthes plus ordinaires n'en contiennent que 65 °/₀, les absinthes communes n'en contiennent souvent que 50 °/₀.

L'esprit parfumé, obtenu par la distillation des plantes dans l'alcool, est incolore : c'est l'*absinthe blanche*, dont la production est très faible. Les consommateurs préfèrent l'*absinthe verte*, obtenue en colorant l'esprit parfumé et incolore avec des feuilles vertes qui lui cèdent leur chlorophylle.

On cultive l'absinthe en Suisse, dans les montagnes du Jura; actuellement cette culture se pratique sur une grande échelle dans le département du Doubs. C'est dans ce département que la fabrication des absinthes a pris une grande extension. Pour les autres matières premières, on fait venir l'anis d'Andalousie, du département du Tarn. Le fenouil est très cultivé en Italie et dans le midi de la France ; le fenouil du Gard est très réputé.

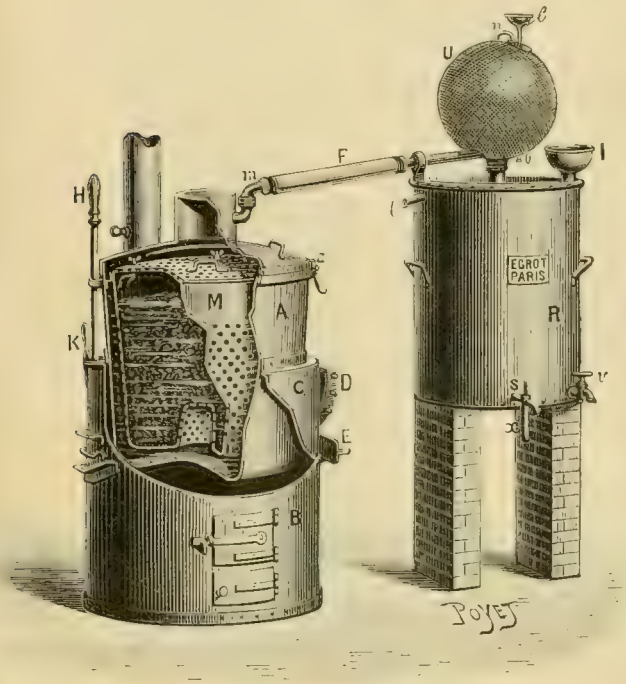


Fig. 28. — *Appareil Egrot à distiller les fruits.* — A, chaudière; M, panier contenant la masse pâteuse ; H, poignée de basculage; U, sphère de rectification; R, réfrigérant.

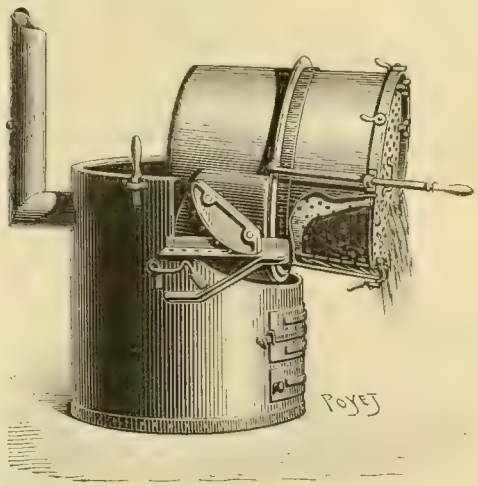


Fig. 29. — *Appareil Egrot.* — La chaudière est basculée à la fin de l'opération pour être vidée et nettoyée.

On distingue les absinthes ordinaires, demi fines et fines, et les absinthes spéciales: absinthe suisse, absinthe de Pontarlier, absinthe de Montpellier, absinthe de Lyon.

Pour la fabrication de l'absinthe (fig. 30 et 31), on place dans la chaudière de l'appareil distillatoire les plantes et l'alcool. On emploie soit de l'alcool de vin, soit plus généralement de l'alcool d'industrie de bonne qualité. On fait macérer pendant quelque temps, puis on distille lentement à la vapeur et on recueille l'esprit ou alcoolat parfumé. Une partie de celui-ci est envoyé dans le colorateur. On place dans celui-ci de la petite absinthe, des feuilles de mélisse et d'hysope, qui macèrent dans l'esprit parfumé. Le temps et la température

de la macération varient suivant les fabricants. La température de 60° paraît favorable et produit en même temps le tranchage de la liqueur. Pendant la macération l'absinthe se colore et achève de prendre son bouquet.

L'absinthe, sortant des colorateurs, est placée dans des fûts où elle abandonne des dépôts assez considérables. Le vieillissement de l'absinthe est tout à fait indispensable pour que cette liqueur acquière les qualités qui la font apprécier. Il faut que ce vieillissement soit d'au moins six mois.

Dans ce but, les grandes fabriques d'absinthe possèdent de vastes caves de réserve où l'absinthe est emmagasinée dans des foudres (fig. 32).

Certains fabricants font passer l'absinthe dans une série de fûts communiquant entre eux. Le dépôt se fait dans les premiers fûts et le tirage de l'absinthe claire peut s'effectuer à l'extrémité de la série (fig. 33).

Les plantes qui ont servi à la coloration sont exprimées soit dans des presses ordinaires, soit dans des filtres-presses de manière à en extraire la plus grande partie de l'absinthe.

Les absinthes ordinaires servent souvent à l'écoulement des alcools d'industrie moyen goût, qui ne sont pas assez rectifiés pour entrer dans la composition des eaux-de-vie ou des liqueurs à goût atténué. L'arome développé et pénétrant de l'absinthe masque ces défauts de l'alcool. Il paraîtrait même que l'on aurait été jusqu'à employer des alcools dénaturés pour la fabrication de l'absinthe.

Parmi les fraudes de l'absinthe on peut citer celle qui consiste à ajouter du benjoin ou une résine soluble dans l'alcool, qui donne le trouble blanc quand on ajoute de l'eau. On a quelquefois ainsi coloré l'absinthe artificiellement.

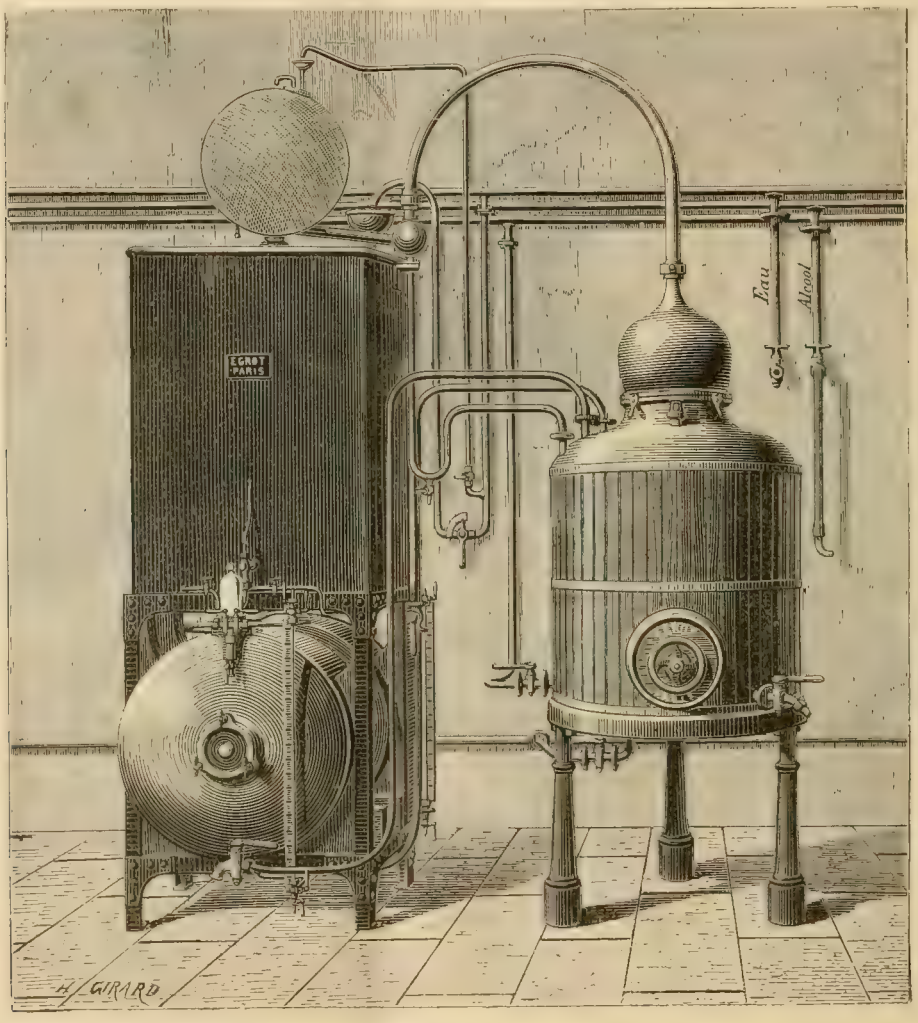


Fig. 30. — *Appareil Egrot pour la fabrication de l'absinthe.* — A droite, la chaudière contenant les plantes et l'alcool ; à gauche en haut, la sphère de rectification, le réfrigérant et, au-dessous, le colorateur.

Fig. 31. — *Distillerie de l'usine Pernod fils (Pontarlier).* — Les alambics, chauffés à la vapeur, sont réunis sur des tables métalliques, et les réfrigérants sont disposés parallèlement

Fig. 32. — *Disposition des foudres en cave pour la mise en réserve et le vieillissement naturel de l'absinthe, à l'usine Pernod fils (Pontarlier).*

§ 2. — **Bitters et amers.**

Les bitters et les amers sont des liqueurs préparées en partie avec des alcoolats parfumés obtenus par distillation et avec des infusions aromatiques. Ils ont, en général, comme base l'écorce d'oranges amères et renferment aussi de l'orange, de la mandarine et divers parfums.

Les amers de bonne qualité sont préparés surtout avec des alcoolats. Le quinquina en infusion alcoolique y intervient pour une part. La formule de ces liqueurs peut varier à l'infini suivant les vins, les alcools, les plantes que l'on fait intervenir.

§ 3. — **Vermouths.**

Les vermouths sont des vins blancs additionnés d'alcool et dans lesquels on fait infuser des plantes apéritives et stomachiques. En général, le vermouth français le plus réputé est à base de vin blanc de Picpoul.

La macération se fait dans un vin très alcoolique, à 50 ou 60° par exemple. Les plantes, choisies et mélangées dans la proportion convenable, sont mises en macération dans ce vin alcoolisé. La teinture très parfumée, obtenue ainsi, est ajoutée en quantité variable, au vin viné à 15° environ. Le produit final obtenu marque en moyenne 17°. Le vieillissement exerce aussi sur le vermouth une action améliorante très marquée.

VII. — Liqueurs.

Les liqueurs sont toutes à bases d'alcool, de sucre et de substances parfumées : elles varient par la dose des deux premières substances et par la nature des substances odorantes employées pour les fabriquer. Le talent du distillateur liquoriste réside principalement dans l'association des parfums qui entrent dans les liqueurs qu'il prépare.

Les substances parfumées entrent dans la composition des liqueurs sous les formes suivantes :

Les *esprits parfumés* ou *alcoolats*, produits obtenus par la distillation des plantes ou des graines parfumées avec l'alcool;

Les *essences* obtenues par distillation directe des fleurs, des graines et des feuilles;

Les *infusions* obtenues par macération à froid des fruits, par exemple l'infusion de cassis, l'infusion de cerises, etc: on prépare aussi des infusions de curaçao, vanille, iris, etc.;

Les *teintures* obtenues par macération à froid (benjoin, ambre).

Il est assez difficile de faire une classification rationnelle des liqueurs : la composition de ces produits varie suivant les fabricants, et on sait qu'il en existe des variétés considérables. Pour les liqueurs proprement dites, qui n'ont pas de marque spéciale, telles que l'anisette, la vanille, le curaçao, etc., on distingue, en général, les liqueurs *ordinaires*, *demi fines*, *fines* et *surfines* qui varient les unes des autres par la proportion d'alcool, de sucre et de parfum :

	SUCRE	LIQUEUR A
Liqueurs ordinaires renfermant 25 lit. d'alcol à 85°.	12k,5 p. hectol.	21°
Liqueurs ½ fines renfermant 28 lit. d'alcool à 85°.	25k p. hectol.	24°
Liqueurs fines renfermant 32 litres d'alcool à 85°...	43k,75 p. hect.	27°
Liqueurs surfines renfermant 38 lit. d'alcool à 85°	56k p. hectol.	32°

Le matériel de fabrication des liqueurs se compose d'un générateur de vapeur, fournissant la vapeur nécessaire pour chauffer les appareils, d'alambics pour distiller les produits végétaux

Fig. 33. — *Soutireuse méthodique Borel.* — L'absinthe arrive dans l'appareil par le tuyau communiquant avec la cuve de droite. L'ouvrière placée au 1er plan prend les bouteilles vides qui se trouvent à côté d'elle et les place dans les tubes-siphons de la soutireuse. L'appareil pivote autour de son axe et les bouteilles remplies sont prises par les deux boucheuses.

parfumés en présence de l'alcool, de bacs ou fûts pour emmagasiner les esprits ou alcoolats parfumés obtenus dans cette opération, de bassines pour faire fondre le sucre et préparer le sirop de sucre à 36° Baumé, de bacs à alcool, d'appareils distillatoires pour préparer l'eau distillée, d'un conge de fabrication pour faire le mélange des diverses matières premières, de fûts pour emmagasiner les liqueurs préparées et de filtres pour les clarifier.

§ 1. — Liqueurs communes.

Au lieu d'employer des alcoolats parfumés, obtenus par distillation des plantes avec l'alcool,

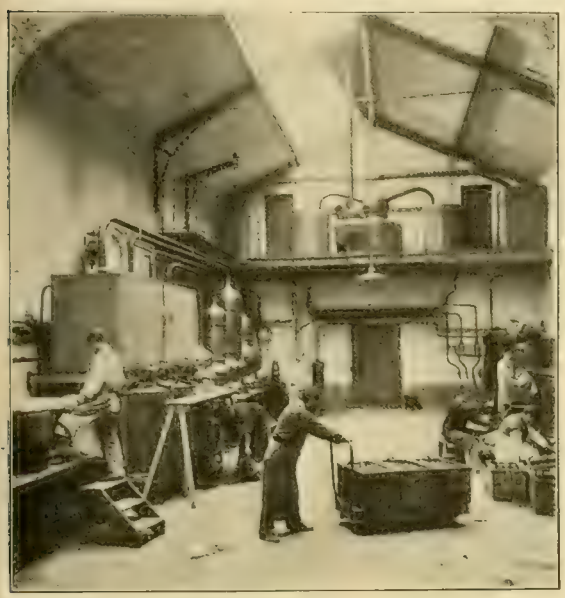


Fig. 34. — *Préparation des alcoolats pour la fabrication des liqueurs aux usines Félix Potin.* — A gauche, un ouvrier placé devant une bassine prépare le sirop de sucre. A sa droite sont placés les alambics produisant les alcoolats parfumés, qui sont envoyés par une canalisation spéciale dans la salle de réserve des alcoolats. Au fond et en haut, alambic pour la production de l'eau distillée. A droite et en bas, on voit la série des tuyaux amenant le sirop, l'alcool, l'eau distillée et les alcoolats parfumés. Le mélange se fait dans le conge (réservoir) placé au coin à droite.

on emploie, pour la fabrication des liqueurs communes, les essences, qu'on fait dissoudre au préalable dans l'alcool.

La fabrication des liqueurs donne lieu aux manipulations suivantes :

Pour l'alcoolat (fig. 34), on place, dans la chaudière de l'alambic, la quantité calculée du mélange des plantes aromatiques avec de l'alcool à 50°, on distille et on recueille un premier alcoolat parfumé marquant environ 75°. Pour obtenir un produit plus fin, on rectifie cet alcoolat en l'additionnant d'une certaine quantité d'eau et en le redistillant.

Les alcoolats sont emmagasinés dans des fûts qui leur sont chacun spécialement affectés.

Le sirop de sucre se prépare dans une grande bassine à double fond, chauffée à la vapeur. On fait fondre 100 kilos de sucre blanc en pains avec 53 litres d'eau, on obtient ainsi 110 litres de sirop marquant 36° Baumé à froid.

Le mélange des diverses matières premières (alcoolats, sirop de sucre, eau distillée, alcool pur) se fait, avons-nous dit, dans le conge de fabrication. Celui-ci est un cylindre gradué dans lequel on fait arriver successivement les diverses matières premières. On y ajoute aussi la colle destinée à clarifier la liqueur. On brasse le tout, puis on envoie la liqueur brute sous colle dans des fûts. Il est avantageux d'employer des fûts placés

Fig. 35. — *Décantation méthodique des liqueurs aux usines Félix Potin.* — Les liqueurs provenant du conge de fabrication sont envoyées par canalisation dans les fûts de la partie supérieure de cette salle. La même liqueur passe successivement dans les deux fûts placés au-dessous; elle se décante du troisième au deuxième et se filtre du deuxième au premier. Elle est tirée de ce dernier et mise en bouteilles.

sur trois rangs verticaux (fig. 35). La liqueur brute arrive dans le fût supérieur. On y laisse déposer la plus grande partie de la colle, puis on décante dans le fût inférieur. Entre celui-ci et le fût du bas on installe un filtre dans lequel se clarifie entièrement la liqueur.

§ 2. — Liqueurs dites digestives.

Les liqueurs dites digestives, telles que la Chartreuse, la Bénédictine, la liqueur Raspail, l'élixir Combier, etc., etc., sont préparées comme les liqueurs ci-dessus, c'est-à-dire avec des esprits ou alcoolats parfumés obtenus en distillant des plantes avec de l'alcool, avec du sirop sucré, de l'alcool et de l'eau distillée.

Ces liqueurs sont, en général, à degré alcoolique élevé et elles sont très sucrées. Elles se distin-

guent surtout entre elles par la nature de l'alcoolat parfumé qui entre dans leur composition. C'est là le secret de la Chartreuse, de la Bénédictine et des liqueurs des diverses marques qui sont, comme on le sait, très nombreuses. Dans ces diverses liqueurs il entre une douzaine de substances dont la nature, la qualité, la proportion ont une influence considérable sur le bouquet de la liqueur, à tel point que de faibles modifications apportées dans le mélange des plantes aromatiques peuvent amener des différences considérables dans le parfum de l'alcoolat obtenu. La nature de l'alcool employé exerce aussi une grande influence sur la qualité des liqueurs. Dans la composition de la Chartreuse, de la Bénédictine entrent des eaux-de-vie d'excellente qualité. Le vieillissement des liqueurs (fig. 36), les soins donnés au soutirage (fig. 37) et à l'embouteillage (fig. 38), exercent aussi une grande influence sur la valeur des produits. Par l'âge, elles acquièrent le moelleux, le fondu, le parfum, toutes qualités qui les font apprécier.

Fig. 36. — *Décantation, filtration et mise en réserve de la Bénédictine à l'usine Legrand et Cie à Fécamp.* — C'est dans les cuves de réserve représentées ici que s'opère le vieillissement.

§ 3. — Liqueurs obtenues par infusion.

Certains fruits, parfumés ou sucrés, servent à préparer directement des liqueurs : citons notamment le cassis. — Les baies de cassis récoltées au moment de la maturité sont broyées et placées dans des cuves ou dans des foudres où on les additionne d'alcool. On ajoute de l'alcool à 85° et on obtient un premier jus alcoolique, que l'on nomme infusion première ou infusion vierge. Sur le résidu on verse à nouveau de l'alcool, mais cette fois à degré moindre (58°) : on obtient une seconde infusion, moins parfumée (infusion deuxième). Quelquefois on prépare de l'infusion troisième en versant sur le résidu de l'infusion seconde de l'alcool à 43°.

Pour préparer le cassis (fig. 39) on fait fondre dans l'infusion la quantité de sucre appropriée et on dilue le liquide avec de l'eau distillée de manière à ramener le titre alcoolique à 20°.

§ 4. — Commerce des liqueurs.

Les liqueurs françaises sont très appréciées à l'étranger, notamment nos liqueurs digestives (Chartreuse, etc.), nos diverses liqueurs (anisette); notre exportation atteint environ 30.000 hectolitres par an.

Parmi les liqueurs que nous recevons de l'étranger, le *Curaçao* (Hollande) et le *Kümmel* (Russie) paraissent être les plus appréciées.

Fig. 37. — *Soutirage et mise en bouteilles de la Bénédictine à l'usine Legrand et Cie à Fécamp.* — Au centre, cylindre métallique recevant la liqueur préparée et filtrée. De chaque côté de ce cylindre, 2 soutireurs automatiques.

Fig 38. — *Etiquetage et emballage des bouteilles de Bénédictine à l'usine Legrand et Cie à Fécamp.*

L'importation des liqueurs avait subi une hausse notable en 1887, la modification apportée au tarif général des douanes sur les alcools et eaux-de-vie n'ayant pas été appliquée aux liqueurs. L'ancien droit appliqué aux liqueurs était de 40 francs au tarif général (10 francs de plus par hectolitre que les alcools pour tenir compte de la plus-value de la main-d'œuvre) et 30 francs au tarif conventionnel. Le nouveau droit est de 80 francs au tarif général et 70 francs au tarif conventionnel.

Il y a, en France, environ 25.000 fabriques de liqueurs.

Fig. 39. — *Préparation du cassis (Usine Félix Potin).* — L'infusion alcoolique de cassis est placée dans les fûts à droite. Les ouvriers de gauche font dissoudre le suc cristallisé dans l'infusion.

production des eaux-de-vie de vin et, en particulier, pour les eaux-de-vie de qualité supérieure de la Charente dont la réputation est universelle.

Elle occupe également une place très honorable dans l'industrie des liqueurs.

Les exportations d'eaux-de-vie et de liqueurs sont bien plus considérables que les importations (fig. 40).

Est-ce à dire qu'elle ne doive craindre aucune concurrence et qu'elle ne doive pas surveiller avec soin cette industrie importante?

Non, au contraire : d'autres pays viticoles s'occupent acti-

Fig. 40. — *Importation et exportation des eaux-de-vie et alcools.*

——— Exportation -------- Importation

VIII. — Importations et exportations des spiritueux.

La France occupe incontestablement la première place dans l'industrie des eaux-de-vie de consommation. Elle est, entre toutes, hors de pair pour la

vement de la distillation des vins. En Italie, par exemple, la loi du 11 juillet 1889 a donné beaucoup de facilité aux Italiens pour la production et le travail des eaux-de-vie façon cognac. Ces facilités sont relatives à la production intérieure (35 °/₀ de réduction sur la taxe de fabrication)

et à l'exportation (il est rendu 90 °/₀ de la taxe aux exportateurs).

Aussi la production de l'eau-de-vie façon cognac a-t-elle fait en Italie de véritables progrès depuis deux ou trois ans et les produits italiens menacent-ils de s'introduire chez-nous ou de nous supplanter ailleurs.

Nous sommes incontestablement des mieux placés pour rester à la tête de cette industrie, mais il est nécessaire que nos industriels veillent sans cesse à maintenir la qualité et le bon renom des produits français.

Il y a dans les modes de fermentation, de distillation et de vieillissement, des progrès à réaliser et dont la science a montré la voie. Il y en a encore trop peu d'applications et il ne faut pas nous laisser devancer.

IX. — Hygiène.

La quantité d'alcool qu'on consomme en France a été sans cesse croissant : elle a plus que triplé depuis une quarantaine d'années ; le tableau suivant montre clairement cette progression :

	CONSOMMATION MOYENNE par habitant (en alcool à 100°)
En 1850	1 lit. 46
1860	2 lit. 27
1880	3 lit. 64
1893	4 lit. 56

Les hygiénistes se sont émus de cet accroissement si rapide de la consommation de l'alcool. Ils ont rapproché ce fait des progrès, croissants aussi, du crime et de la folie, et ils ont dénoncé l'alcoolisme comme une plaie sociale qui abâtardit non seulement l'individu, mais, ce qui est bien plus grave, la descendance.

On boit trop d'alcool. C'est un fait que personne, je crois, ne conteste, et, si la plupart des hygiénistes, des médecins, sont d'avis que l'alcool à dose modérée est un stimulant utile, tous pensent que l'abus de l'alcool est nuisible à l'individu, néfaste à la société.

L'alcool, absorbé sous quelque forme que ce soit, produit l'excitation et détermine par l'abus les accidents de l'alcoolisme. A ce point de vue, la division que l'on fait entre les boissons dites hygiéniques et les eaux-de-vie résulte d'une appréciation erronée. On devient aussi bien alcoolique en abusant du vin qu'en abusant du cognac, les principes constituants de ces deux liquides étant les mêmes.

Cependant, on peut dire que les boissons alcooliques sont d'autant plus capables de déterminer l'alcoolisme qu'elles sont plus riches en alcool. Nous avons dressé l'échelle alcoolique des principales eaux-de-vie et liqueurs afin qu'on puisse les comparer entre elles au point de vue de leur teneur en alcool (fig. 41).

Ce qu'il faut surtout éviter, c'est l'usage des boissons alcooliques riches en alcool, principalement lorsqu'elles sont absorbées à jeun.

Mais la teneur en alcool d'une boisson alcoolique n'est pas la seule chose à considérer au point de vue de son action physiologique. Il y a dans les boissons alcooliques, outre l'alcool, des substances qui forment deux classes principales : les *impuretés* et les *bouquets*. Ces impuretés et ces bouquets sont les alcools d'une atomicité supérieure à celle de l'alcool éthylique (alcools propylique, butylique, amylique), les éthers, les aldéhydes, les hydrocarbures, etc.

Voici, à ce point de vue, comment on peut classer les eaux-de-vie et liqueurs qui entrent dans la consommation :

1° Eaux-de-vie. — *a*) *Eaux-de-vie de fantaisie* (cognac, kirsch de fantaisie), préparées avec de l'alcool d'industrie de bonne qualité, et dont le bouquet est obtenu avec des sauces ou des essences et un léger coupage d'eaux-de-vie naturelles (*presque pures;* elles ne contiennent souvent pas plus de 0,2 pour 1.000 d'impuretés).

b) *Eaux-de-vie naturelles* de vin et de fruits rectifiés avec soin par les bouilleurs de profession — cognac — fine champagne — armagnac — kirsch de bonne qualité — rhums bien rectifiés — eau-de-vie bien préparée. (Elles renferment de 0,5 *à* 2 *millièmes d'impuretés*. Ces impuretés ne sauraient être diminuées dans une forte proportion, sans que le bouquet fût diminué également. En un mot, le bouquet fait corps avec les impuretés.

c) *Eaux-de-vie naturelle des bouilleurs de cru*. Eaux-de-vie de fruits, de cidre, de marcs etc. Elles contiennent souvent une *forte proportion d'impuretés*, parfois de 2 à 5 millièmes et même plus. — Ces impuretés ne sont pas nécessaires pour le bouquet. Bien au contraire ; ces eaux-de-vie gagneraient en finesse et en valeur à être rectifiées. Les bouilleurs de cru ne sont pas outillés et instruits pour opérer cette rectification ; de plus, ils ne veulent rien perdre de leur alcool.

2° Liqueurs. — Les liqueurs sont parfumées avec des plantes aromatiques dont les principes essentiels parfumés sont des hydrocarbures. D'une manière générale, les liqueurs sont plus chargées en substances étrangères à l'alcool éthylique que les eaux-de-vie, puisqu'elles renferment, en plus de ces dernières, les essences aromatiques provenant des plantes.

On peut les classer ainsi :

a) Liqueurs préparées à base d'eau-de-vie natu-

relle (eau-de-vie de vin) contenant : bouquets et impuretés des eaux-de-vie naturelles, plus essences des plantes employées.

b) Liqueurs préparées à base d'alcool d'industrie bonne qualité contenant : trace d'impuretés, plus essences des plantes employées.

c) Liqueurs préparées à base d'alcool d'industrie mal rectifié, contenant impuretés des alcools d'industrie mal rectifiés, plus essences des plantes employées.

Les liqueurs très parfumées, et notamment l'absinthe, renferment jusqu'à 15 pour 1.000 de substances volatiles étrangères à l'alcool éthylique.

Les substances organiques volatiles autres que l'alcool éthylique, c'est-à-dire les impuretés et les bouquets dont nous venons de parler, ont toutes une action physiologique plus active que l'alcool éthylique. L'alcool amylique est plus nocif que l'alcool éthylique : l'aldéhyde a une action très rapide sur le système respiratoire, le furfurol est un convulsivant et tous les hydrocarbures, essences d'anis, d'absinthe, etc., qui forment les bouquets des liqueurs, ont une action très sensiblement différente de l'alcool éthylique.

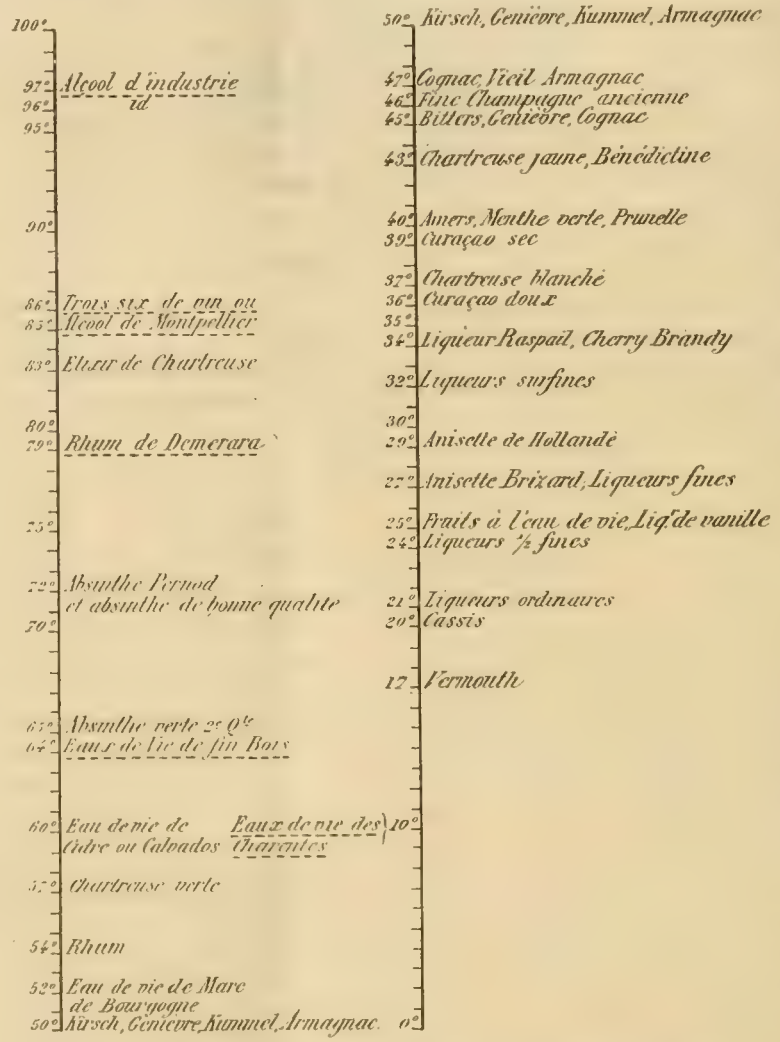


Fig. 41. — *Echelle de la richesse alcoolique des boissons alcooliques. — Les produits soulignés n'entrent pas dans la consommation directe.*

Mais, quoi qu'il en soit, il ne faut pas perdre de vue que, dans les eaux-de-vie et liqueurs, c'est l'alcool éthylique qui forme la partie la plus importante du liquide et la partie la plus active.

Un autre point aussi est assez intéressant à examiner, c'est la manière dont l'alcool se consomme. On peut dire qu'il y a deux espèces de consommation : la consommation en famille, la consommation au cabaret.

Il y a, en France, environ 450.000 débits de boissons, dont 30.000 à Paris. Voici, d'après les relevés officiels de l'Administration des Contributions indirectes, comment se répartit l'alcool consommé en France :

Débitants de boissons.....	1.189.934 hect.	(alcool à 100°)
Simples consommateurs...	162.265	»
Consommation de Paris...	164.728	»

Il est certain que la consommation est considérable dans les débits, et qu'elle l'emporte de beaucoup sur la consommation familiale. Les chiffres ci-dessus ne peuvent malheureusement être exacts, car la statistique ne peut faire figurer la « vente à emporter », qui est comptée dans le chiffre des débitants.

Si la consommation de famille ne donne pas lieu à de regrettables constatations, il n'en est pas de même de la vente au détail; c'est dans cette absorption continuelle de petits verres d'eau-de-vie au cabaret, absorbtion de tous les instants, et souvent à jeun, qu'il faut voir une des causes principales de l'envahissement de l'alcoolisme dans la classe ouvrière.

Si l'on examine la manière dont se répartit en France la consommation de l'alcool (fig. 42), on remarquera, d'abord, que c'est dans la région Nord que l'on boit le plus d'alcool, et dans la région Sud-Ouest qu'on en boit le moins. La consommation s'élève considérablement dans les grandes villes, et surtout dans les grands centres ouvriers et dans les ports de mer. On retrouve toujours là une

preuve que c'est la consommation au cabaret qui domine la consommation familiale.

que l'État demande, dans tous les pays, une part importante de ses recettes. En France, sur un bud-

Fig. 42. — *Carte montrant la répartition et la consommation de l'alcool en France.*

Consommation par tête et par an

moins de 2 litres d'alcool à 100°

de 2 à 5 litres d'alcool à 100°

de 5 à 7 litres d'alcool à 100°

plus de 7 litres d'alcool à 100°

X. — Mesures législatives.

L'alcool, qui joue un rôle si considérable au point de vue hygiénique, en joue un non moins important au point de vue financier. C'est à lui

get total d'environ 3.500 millions, l'alcool figure aux recettes pour 280 millions, soit environ un douzième, et la totalité des boissons alcooliques (vin, bière, cidre, alcool), pour 460 millions, soit près du septième.

Le projet de loi adopté par la Chambre des Députés et relatif à la réforme des boissons porte sur les points suivants :

1° Adoption du monopole de la rectification de l'alcool.

2° Surtaxe de l'alcool : le droit de circulation de l'alcool, perçu par l'Etat, étant porté de 156 fr. 26 (prix actuel) à 275 francs.

3° Maintien du privilège des bouilleurs de cru : limitation à 20 litres d'alcool absolu — soit 40 litres d'eau-de-vie à 50° — de la quantité concédée.

4° Surtaxe de 70 francs par hectolitre sur les liqueurs.

5° Dégrèvement des boissons dites hygiéniques.

6° Suppression de l'exercice chez le débitant.

Examinons rapidement chacun des points ci-dessus, en nous plaçant au double point de vue hygiénique et fiscal :

§ 1. — Question du Monopole.

En votant le monopole de la rectification de l'alcool, la Chambre a obéi à des considérations d'ordre hygiénique. On lui a présenté l'alcool d'industrie comme un alcool toxique et impur, sur le compte duquel il fallait mettre tous les méfaits de l'alcoolisme. Elle a pensé alors que la meilleure manière de mettre la population française à l'abri de ce fléau était de faire l'État seul rectificateur d'alcool. — La Chambre a commis là une grande erreur, mais elle a été mal renseignée. L'alcool d'industrie [1] est pur; il est plus pur que tous les alcools naturels; nous avons insisté déjà sur ce point dans la première partie de ce travail.

On a constaté que l'alcoolisme s'était accru dans des proportions considérables quand les alcools d'industrie étaient venus prendre dans la consommation la place des alcools naturels, et l'on en a conclu à la plus grande toxicité des alcools d'industrie. Mais il faut bien remarquer qu'en même temps que cette substitution avait lieu, la production et la consommation totale augmentaient.

C'est l'augmentation de la consommation d'alcool et non son changement de qualité qui ont déterminé l'accroissement de l'alcoolisme.

D'ailleurs, il y a une garantie très sérieuse de la pureté de l'alcool d'industrie : c'est l'intérêt du fabricant. L'alcool mal rectifié n'est pas marchand, ou, du moins, perd une part importante de sa valeur. Ajoutons à cela que, si l'État est un excellent vérificateur, il est presque toujours un mauvais fabricant.

Nous avons, d'ailleurs, un exemple frappant des inconvénients que présente le monopole de l'alcool. Ce système a été adopté en Suisse et a donné des résultats bien peu encourageants. En premier lieu, le rachat des fabriques existantes a coûté beaucoup plus cher qu'on n'avait supposé. Que serait-ce donc en France, où l'industrie de l'alcool est des plus développées? D'autres inconvénients se sont montrés lors de l'exploitation. La Régie suisse, qui avait adopté un type d'alcool rectifié contenant un maximum d'impuretés, a été obligée de changer ce type et d'introduire dans son alcool une plus grande quantité d'impuretés pour contenter sa clientèle et pour ne pas faire de son monopole une opération financière désastreuse. L'État français devenant fabricant pourrait-il en être réduit à jouer ce rôle peu moral de fraudeur officiel?

§ 2. — Question des Bouilleurs de Cru.

Un des plus graves reproches que nous ferions au projet est de maintenir le privilège des bouilleurs de cru. Ce privilège est injuste, puisqu'il affranchit certains consommateurs au détriment des autres ; il est mauvais pour le trésor, auquel il fait perdre chaque année une somme considérable; enfin, il est néfaste au point de vue de l'hygiène, car les produits fabriqués par les bouilleurs de cru sont, en général, mal préparés et infiniment plus impurs que les alcools naturels produits par les bouilleurs de profession.

§ 3. — Question de la Surtaxe.

Le projet comporte une surtaxe importante des droits sur l'alcool. Il serait certes très intéressant d'arriver à diminuer la consommation de l'acool tout en augmentant le revenu annuel qu'il fournit à l'État, ou, tout au moins, sans diminuer ce revenu. Ce serait là un bon résultat tant au point de vue hygiénique qu'au point de vue financier. Mais est-il prudent de faire brusquement cette surtaxe ? Ne va-t-on pas porter la perturbation dans une grande industrie? Ne vaudrait-il pas mieux la réaliser en plusieurs fois et avec prudence? Ce sont là des points fort délicats, et, tout en étant fermement partisan d'une élévation des droits sur l'alcool, nous hésiterions à apporter d'un seul coup une modification aussi importante dans le régime économique de cette industrie. Il ne faut pas perdre de vue non plus que, toutes les fois qu'on augmente les droits supportés par ce produit, on augmente aussi la fraude dont il est l'objet.

La surtaxe sur les liqueurs est des plus discutables. On se base, pour la proposer, sur des considérations hygiéniques. Chose curieuse, ces considérations, — écartées lorsqu'il s'agit des bouilleurs de cru, qui sont un véritable fléau au point de vue fiscal et hygiénique, — reprennent aux yeux de la Chambre toute leur importance quand il s'agit des liqueurs, dont la fabrication occupe

[1] Nous parlons, bien entendu, de l'alcool bon goût, le seul entrant dans la consommation.

en France une place importante. Nous l'avons déjà dit : à degré alcoolique égal, les liqueurs chargées en essences sont plus actives que les eaux-de-vie. Est-ce une raison suffisante pour les surtaxer? N'y a-t-il pas lieu de craindre qne cette nouvelle complication apportée dans le fonctionnement des opérations de la régie ne vienne jeter une perturbation dans une industrie prospère? Ne va-t-on pas faire le jeu de la fraude? Ces diverses raisons nous feraient écarter ce projet de surtaxe.

§ 4. — Classification des Boissons.

On a classé les boissons alcooliques en boissons hygiéniques et boissons non hygiéniques. Cette classification a-t-elle quelque valeur? Nous en doutons beaucoup. Nous l'avons dit déjà : on devient alcoolique en buvant trop d'eau-de-vie, mais on devient aussi alcoolique en buvant trop de vin. La classification est illusoire. Dès lors, pourquoi dégrever une classe et grever à nouveau l'autre? Est-il prudent, d'ailleurs, au point de vue hygiénique, de se priver, de gaieté de cœur, d'un revenu important et d'espérer le remplacer par l'augmentation d'un autre revenu, augmentation qui peut ne pas avoir l'importance qu'on se plaît à lui attribuer. Nous le répétons, c'est là une imprudence au point de vue fiscal et peut-être aussi une faute au point de vue hygiénique.

§ 5. — Licence des Débitants.

La suppression de l'exercice chez le débitant est une mesure fiscale qui sera bien accueillie du commerce.

Enfin le dernier point porte sur la non-augmentation de la licence des débitants. Nous sommes de ceux qui voient dans la consommation du cabaret le mode le plus dangereux de consommation. Toutes les mesures qui tendraient à la diminuer seraient bonnes. Ce n'est pas le cas de la mesure proposée.

§ 6. — Conclusions.

Pour concilier les intérêts opposés de l'hygiène et du fisc et pour conserver à l'industrie de l'alcool la place importante qu'elle a su acquérir, il nous semble que les mesures les plus justes et les plus pratiques consistent dans les points suivants :

1° Supprimer le privilège des bouilleurs de cru. Ce sont eux qui produisent les plus mauvais alcools, et, de plus, ils ne paient rien à l'État.

2° Augmenter les droits sur l'alcool, mais avec modération et progressivement, de manière à ne pas apporter de trouble dans l'industrie et le commerce des spiritueux. On pourra ainsi arriver à enrayer sensiblement la progression de l'augmentation de l'alcool, sans porter atteinte aux revenus de l'État.

3° Diminuer par tous les moyens possibles la consommation du cabaret, c'est-à-dire la plus néfaste de toutes.

4° Quant à la production de l'alcool d'industrie, nous avons dit que l'intérêt du fabricant était de produire des alcools de bonne qualité. Rien n'est plus aisé d'ailleurs que de surveiller étroitement cette industrie, puisqu'elle est actuellement sous le contrôle de la Régie.

Si l'application de ces mesures avait pour résultat de faire sensiblement baisser la consommation de l'alcool, on aurait obtenu, au point de vue de l'hygiène, un résultat excellent. Mais celui-ci serait acquis aux dépens d'une industrie jadis prospère, si l'on ne facilitait l'usage de l'alcool et son emploi industriel. Un grand nombre d'industries chimiques ne peuvent acquérir l'importance qu'elles ont prise en Allemagne parce que l'alcool, matière première indispensable de ces industries, est d'un emploi coûteux. N'y aurait-il pas un beau résultat industriel, économique et hygiénique à obtenir en donnant en franchise à l'industrie chimique une part de cet alcool dont l'abus abâtardit actuellement notre race[1] ?

X. Rocques,
Ingénieur-Chimiste,
Ex-Chimiste principal
du Laboratoire Municipal de Paris.

[1] Il nous semble extrêmement important d'insister sur l'*énorme* préjudice causé à plusieurs de nos industries par notre législation, qui frappe à la fois l'alcool destiné à être bu et l'alcool intervenant dans la préparation des produits chimiques et surtout pharmaceutiques. *Cette dernière industrie est en train d'émigrer de France au profit de l'Allemagne*, par la faute de nos législateurs. On nous répondra que, pour *protéger* nos produits français, la quinine, par exemple, contre la concurrence d'importation, on frappe la quinine allemande d'un droit d'entrée équivalant à l'impôt que paie, chez nous, l'alcool intervenu dans la fabrication de ce produit. Mais n'est-il pas évident que ce régime n'est compensateur que pour notre commerce intérieur? Il laisse absolument désarmé notre commerce d'exportation. Toute l'Amérique du Sud, — Mexique, Brésil, Chili, République argentine, etc. — nous échappe : nos produits en sont chassés par ceux de l'Allemagne. Il n'est que temps de remédier à cette désastreuse situation. Si l'Etat français maintient un impôt élevé sur les spiritueux, il est de toute nécessité qu'il dégrève l'alcool destiné à l'industrie. Nous pensons d'ailleurs que le fisc arriverait à trouver son compte, au grand profit de l'hygiène publique, en dégrevant sensiblement les alcools et en frappant d'un impôt énorme ce personnage malfaisant qu'on appelle le marchand de vin.

(Note de la Direction.)

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES TORPILLEURS SOUS-MARINS ET LE « GOUBET » — UN NOUVEAU DENSIMÈTRE

Les premières tentatives, réellement sérieuses, de navigation sous-marine, ne remontent guère qu'au commencement de ce siècle. Toutefois, la navigation sous-marine n'est entrée dans une voie définitivement pratique que depuis une trentaine d'années seulement, avec le *Plongeur* de MM. Bourgois et Brun. Les essais faits avec ce bateau à Rochefort, en 1863 et 1864, permirent d'espérer une solution pratique à bref délai. Malheureusement, on les abandonna à la suite d'un léger accident survenu au cours des expériences [1].

Bien qu'à l'Étranger on ait, surtout en ces dernières années, exécuté une série de bateaux-cigares sous-marins [2], en France on laissa cette fort intéressante question assoupie jusqu'en 1886, époque à laquelle l'arrivée, au Ministère de la Marine, de l'amiral Aube, remit en honneur les idées nouvelles et donna un certain essor et une vigoureuse impulsion à l'emploi d'unités de combat de petite importance : torpilleurs, croiseurs, sous-marins, etc.

Ce fut à cette époque que l'on mit sur chantier le *Gymnote*, d'après les plans de M. Gustave Zédé, le disciple et ami de Dupuy de Lôme, l'éminent ingénieur de la Marine, auquel on est redevable de la construction d'un grand nombre de cuirassés. M. Zédé chercha à mettre en pratique les idées et les théories de son illustre prédécesseur à la Direction des Constructions Navales.

A la même époque, fut également commandé à l'industrie privée, sans aucune ingérence du Ministère de la Marine, le *Goubet*, du nom de son constructeur, qui en avait soumis les plans à l'amiral Aube.

A peu d'années d'intervalles de là, on vit apparaître un nouveau sous-marin : la *Sirène*, construit, comme le *Gymnote*, sur les plans du regretté Gustave Zédé et par les soins de l'ingénieur de la Marine Romazotti, torpilleur qui s'appelle aujourd'hui le *Gustave Zédé*.

Ces trois sous-marins français, de même que le *Morse*, qui est encore à l'état de projet, offrent une très grande analogie entre eux, ayant été construits suivant un même programme. Ils ont pour puissance motrice l'électricité fournie soit par des accumulateurs, soit par des piles électriques.

L'habitabilité est assurée par de l'air comprimé mélangé ou non d'oxygène. L'immersion se produit soit par l'introduction d'eau formant water-ballast ou poids-lesteur, soit par la manœuvre de gouvernails horizontaux. La direction est donnée par des gouvernails verticaux, sauf pour le *Goubet*, qui la reçoit de son hélice même, mobile horizontalement, grâce à un judicieux emploi du joint universel. L'orientation est obtenue soit par un tube optique, comme dans le *Gymnote* et le *Goubet*, soit par un *périscope*, appareil imaginé, dès 1872, par le major belge Daudenart et dont le *Gustave Zédé* a été pourvu. A une profondeur d'immersion supérieure à la longueur du tube optique, le lieutenant de vaisseau Baudry de Lacantinerie a cherché à utiliser le *gyroscope*, mais l'emploi de cet appareil est fort délicat et nécessite une très grande attention.

Les essais que l'on effectue en ce moment en Seine, près d'Argenteuil, sur un nouveau modèle de sous-marin, construit récemment par M. Goubet, dans les ateliers de MM. Muller et Roger, attirent actuellement, sur ce petit navire, l'attention du public. Le secret, très absolu, observé par le constructeur sur les dispositifs appliqués dans son bateau, ne nous permet pas de le décrire aussi complètement que nous l'aurions souhaité. Nous pouvons cependant, dès à présent, faire connaître quelques intéressants détails.

Ce torpilleur (fig. 1), exécuté pour le compte d'un État de l'Amérique du Sud, diffère peu, quant aux principes, du premier modèle construit en 1887. La coque, fondue en trois pièces : deux cônes à génératrices curvilignes et un anneau médian, est en bronze de 25 millimètres d'épaisseur pour la partie centrale et de 8 millimètres aux extrémités. Ses dimensions sont un peu plus grandes que le premier modèle, car il mesure 8 mètres de longueur et 1 m. 75 de diamètre au maître-couple. La coquille a la forme d'un fuseau allongé, obtenu par la révolution d'un arc de cercle autour de sa corde comme axe, forme qui, dans les précédents essais, a été reconnue comme la plus favorable à une bonne stabilité et à un facile déplacement. Pour lui donner une plus grande stabilité, deux ailerons horizontaux, venus de fonte avec la coque, se trouvent de chaque côté, au milieu.

A la partie supérieure, un trou d'homme ovale donne accès à l'intérieur du bateau. Cette ouverture est fermée hermétiquement par un dôme étanche, à charnière, offrant une saillie de 25 centimètres et présentant, à sa périphérie, 7 hublots garnis de glaces épaisses permettant d'explorer tout l'horizon quand le bateau navigue à fleur d'eau.

Au-dessus des ailerons horizontaux se trouvent, symétriquement placés, deux tubes-carcasses, destinés à recevoir des torpilles automobiles, dont le lancement s'effectue de l'intérieur en agissant sur un simple levier de manœuvre. Par cette manœuvre de déclenchement, on dégage les torpilles du doigt qui les retient prisonnières. Elles s'échappent alors, sous leur propre action, de la ceinture qui les encadre et les maintient, car, du même coup, on obtient la mise en action du moteur à air comprimé qui commande toute torpille automobile. Comme, pendant ce mouvement initial, ces torpilles sont guidées à frottement doux, sur la moitié de leur longueur, elles prennent une direction parallèle à l'axe même du torpilleur, direction qu'elles con-

---

[1] En 1858, le capitaine de vaisseau Bourgois adressait au Ministre de la Marine et des Colonies, l'amiral Hamelin, un mémoire dans lequel il exposait l'idée d'employer, à la défense des ports, des bateaux sous-marins mûs par des machines à air comprimé et dans lesquels l'air, après avoir servi de puissance motrice, aurait servi également à la respiration de l'équipage.

Le ministère communiqua ce mémoire au corps des Ingénieurs de la Marine, les invitant à lui soumettre des projets de bateaux sous-marins établis sur les idées émises par le capitaine de vaisseau Bourgois. Parmi les projets présentés, les plans de M. Brun, ingénieur de 1re classe, recurent l'approbation du Conseil des Travaux et du Ministre de la Marine et servirent à la construction du *Plongeur*.

MM. Bourgois et Brun, morts l'un amiral et l'autre sénateur, bien qu'ayant été l'un et l'autre ministres de la Marine, ne semblent pas avoir tenté d'autres essais dans cette voie. Le *Plongeur* désarmé et déchu, se trouve réduit, croyons-nous, à l'humble rôle de bateau-citerne dans l'arsenal de Rochefort.

[2] Exemples :

Le *David*, le *Bœber*, l'*Intelligent Whale*, le *Mortensen*, le *Peace Maker*, le *Tuck*, le *Baker*, le *Holland* et le *Schwahn*, aux États-Unis;

Le *Garett*, le *Nordenfelt*, le *Chapman* et *Brin*, le *Waddington* et le *Campbell* en Angleterre;

L'*Ictineo* et le *Peral* en Espagne;

Le *Bauer* et l'*Otto Vogel* en Allemagne;

L'*Audace*, la *Palla Nautica* et le *Pullino* en Italie;

L'*Alexandrowski* et le *Drzewiecki* en Russie; etc., etc.

servent facilement. Cela n'a pas lieu par les procédés ordinaires de mise à l'eau, par l'emploi des tubes ou des cuillers lance-torpilles, qui déterminent des plongées et des embardées fort préjudiciables à la justesse et à la précision du tir.

Ce qui caractérise le *Goubet* et le différencie essentiellement des autres sous-marins similaires, c'est son absence totale de gouvernails tant horizontaux que verticaux. Le changement de direction est obtenu par le déplacement de l'hélice elle-même, qui est rendue mobile, dans le plan horizontal de son axe, grâce à une heureuse application du joint universel articulé, imaginé dans un tout autre but par M. Goubet, il y a une vingtaine d'années.

La première application de cette disposition a été faite par Ræber en 1866. M. Drzewiecki l'a également appliquée en 1881 sur des torpilleurs sous-marins imaginés et construits par lui, pour le gouvernement russe, sous les ordres du général Boreskoff.

Cette disposition donne au bateau une très grande sensibilité et lui permet d'évoluer très rapidement sur place ; mais cet avantage offre, paraît-il, comme contre-partie, l'inconvénient d'affoler ou du moins de trop précipiter le mouvement de virage et par conséquent de rendre difficile le réglage de la direction. Il semble, en effet, que l'adjonction d'un gouvernail vertical ne serait pas chose superflue, car elle permettrait d'obtenir plus de précision dans les mouvements d'évolution en agissant à la manière d'un régulateur-compensateur de marche.

Sur les côtés et au-dessous des ailerons horizontaux se trouve une paire de rames actionnées intérieurement par des leviers. Ces rames ont des palettes articulées qui, grâce à des charnières spéciales, permettent l'inversion du mouvement, à volonté, pour obtenir, au gré du commandant, la marche en avant ou en arrière.

Il suffit pour cela d'agir à l'intérieur sur une tringle de commande munie d'une goupille d'arrêt pour rendre invariable la position choisie.

Enfin, sous la quille du bateau se trouve un poids lesteur en fonte, de 1.200 kilogrammes, dit *poids de sécurité*, dont on peut se débarrasser par la simple manœuvre d'un levier. En lâchant prise, le bateau remonte aussitôt avec une très grande force ascensionnelle. On n'emploie, du reste, ce dernier moyen qu'en cas de péril extrême.

Le bateau, lorsqu'il est immergé, étant toujours parfaitement équilibré pour l'altitude à laquelle il est appelé à manœuvrer, il faut une force très faible pour le faire déplacer dans un sens quelconque. Quelques gouttes d'eau, introduites ou chassées, le font monter ou descendre ; quelques coups d'aviron ou quelques tours d'hélice le font avancer ou reculer. Aussi, n'est-il pas surprenant de le voir évoluer, avec la plus grande aisance, à une vitesse de 2 à 3 nœuds à l'heure, sous la simple impulsion des rames, ou marcher à une vitesse de 7 à 8 nœuds avec un petit moteur de 2 chevaux seulement.

L'immersion est obtenue par l'introduction d'une certaine quantité d'eau, distribuée automatiquement dans une série de petits compartiments placés au fond du bateau et permettant de répartir uniformément la charge dans toute l'étendue du bateau. Le déplacement vertical s'obtient, de la sorte, toujours parallèlement à lui-même, sans jamais s'écarter du plan normal de flottaison, que de quelques centimètres seulement, à l'avant et à l'arrière. On prévient ainsi le déplacement trop rapide du centre de gravité, qui pourrait avoir pour conséquence fâcheuse le redressement de la poupe ou de la proue.

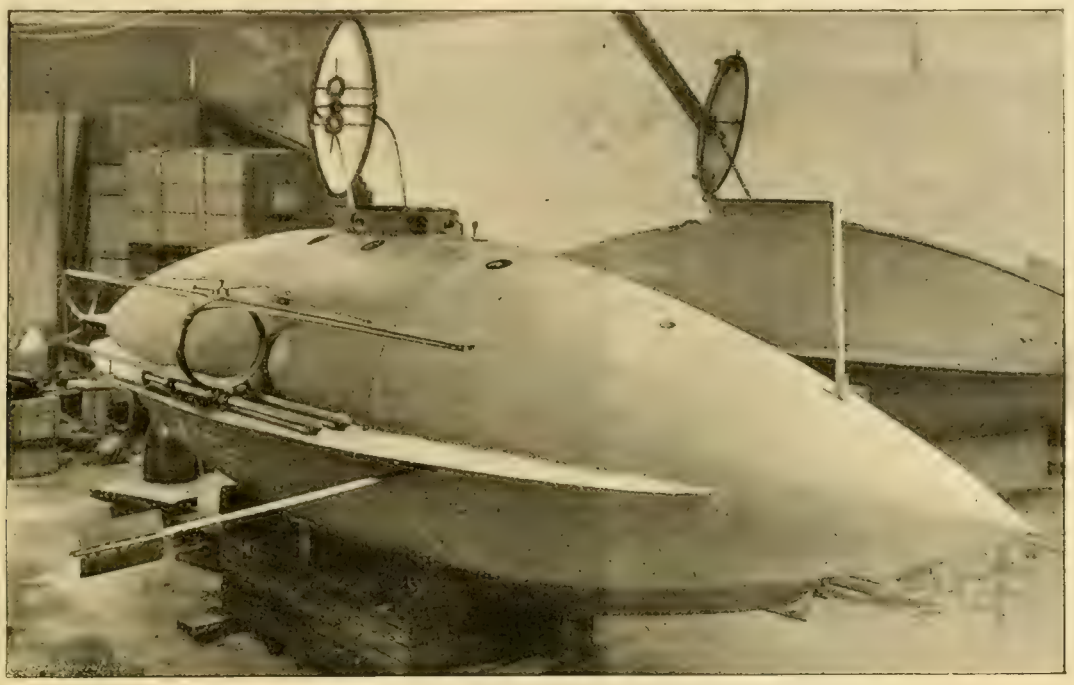


Fig. 1. — *Vue extérieure du bateau torpilleur sous-marin* « Le Goubet ».

Ce résultat, très appréciable dans la pratique, est obtenu grâce à une très ingénieuse disposition d'équilibre par compensation qui commande automatiquement et alternativement les pompes remplissant ou vidant les compartiments de water-ballast.

M. Goubet, grâce à ces immersions et ascensions verticales graduelles, évite le mouvement de tangage, souvent fort accentué, quelquefois dangereux même, que l'on éprouve dans les bateaux à gouvernails horizontaux. En effet, lorsque ceux-ci s'immergent, ils subissent, comme dans les torpilles automobiles, un mouvement ondulatoire longitudinal, par suite des déplacements alternatifs du gouvernail et des inclinaisons variables qu'il en reçoit, avant d'atteindre la position horizon-

tale définitivement assignée par la stabilité de route.

Son équipage n'est, du reste, composé que d'un officier et de deux hommes. L'officier est placé au centre sur un siège à pivot qui lui permet d'explorer l'horizon par les hublots du dôme, quand on navigue à la surface, et par le tube optique quand le bateau est immergé. Ce tube optique est muni de prismes à réflexion totale fixés aux extrémités de tubes à extension télescopique pouvant se développer sur une longueur de 4 mètres, ce qui permet au bateau de rester immergé de 3 mètres à $3^m,50$.

L'officier a à sa portée la commande de l'hélice-gouvernail et sous ses pieds le levier permettant de déclencher le boulon d'attache du poids de sécurité pour remonter immédiatement à la surface en cas de péril.

Vers l'arrière se trouve l'homme chargé du moteur électrique et des piles. Celles-ci peuvent fournir la force motrice pour une cinquantaine d'heures et actionnent la dynamo qui tourne à 1.000 tours. La transmission, faite par engrenages, communique à l'hélice une vitesse de 250 tours, qui donne une marche d'environ 6 nœuds à l'heure.

L'homme placé à l'avant manœuvre les rames avec lesquelles on peut obtenir une vitesse de 2 à 3 nœuds. Il a au-dessus de sa tête une sorte de robinet à boisseau permettant de transmettre des lettres ou menus objets, grâce à des étuis-flotteurs que l'on y introduit et que l'on abandonne à leur force ascensionnelle.

Au moment d'une attaque, pour lancer les torpilles, l'officier commence par explorer l'horizon, soit en naviguant à la surface, soit en restant immergé, s'il est trop rapproché de l'ennemi. Une fois l'objectif repéré et la distance appréciée, le torpilleur s'immerge à la profondeur voulue, — environ 4 mètres pour frapper un cuirassé dans ses œuvres vives, — et met le cap dessus. Arrivé à proximité, le moteur est arrêté, et l'on manœuvre à la rame pour éviter de déceler sa présence par les trépidations et le bruit de l'hélice. Une fois bien en direction et à bonne distance, on lâche les torpilles. Aussitôt après, le sous-marin bat en retraite à toute vitesse.

En terminant ce rapide exposé nous n'aurions garde d'omettre les noms des constructeurs qui ont collaboré à l'exécution du *Goubet*. La coque en bronze de canon pesant environ 6.700 kilos a été fondue en trois morceaux dans les ateliers de MM. Muller et Roger, les grands fondeurs parisiens bien connus par leurs nombreux et grands travaux exécutés pour le compte de l'Etat et des grandes administrations. Les mécanismes, du poids de 600 kilos, ainsi que les tubes-carcasses, lance-torpilles, sortent des ateliers Piat, dont l'excellente fabrication est également bien connue et appréciée de tous les ingénieurs.

Les piles, du système Schauschieff, et la dynamo pèsent ensemble 800 kilos.

Avec de tels éléments de succès, le *Goubet* ne pourra que réussir. Quoiqu'il en soit et bien qu'il ne nous appartienne pas de discuter les mérites d'un tel engin ni de préjuger des avantages ou inconvénients qu'il pourra offrir dans les guerres navales de l'avenir, il nous est permis néanmoins d'affirmer qu'un champ nouveau s'ouvre à l'activité humaine et que, les progrès des sciences mécaniques aidant, l'évolution nouvelle qui se produit nous permet d'espérer, dans un avenir très prochain, l'exploration des profondeurs inconnues des océans.

G.-L. Pesce,
Ingénieur des Arts et Manufactures

Tout appareil permettant de déterminer rapidement, et avec une assez grande approximation, la densité d'un liquide, est susceptible de rendre de grands services dans la pratique courante. C'est ce qui nous a engagé à décrire dans les colonnes de cette *Revue* le principe d'un nouveau densimètre.

L'appareil (fig. 2) se compose de deux tubes en U, à branches inégales ouvertes $m\,p\,r$, $n\,q\,s$, dont les extrémités r et n entrent dans l'intérieur d'un ballon B, muni d'un robinet R et communiquant directement avec une poire en caoutchouc G. Les tubes en U sont gradués et les quatre 0 de la graduation sont situés sur la même horizontale N N.

Pour mesurer la densité d'un liquide, on ouvre le robinet R et l'on verse dans l'un des tubes de l'eau, dans l'autre du liquide en expérience, de telle façon que les quatre niveaux s'arrêtent au 0.

On ferme alors le robinet R et on presse la poire G; la pression augmente dans le ballon B et les niveaux des deux liquides s'abaissent, mais inégalement, dans les deux branches courtes du tube en U (fig. 3). Il est

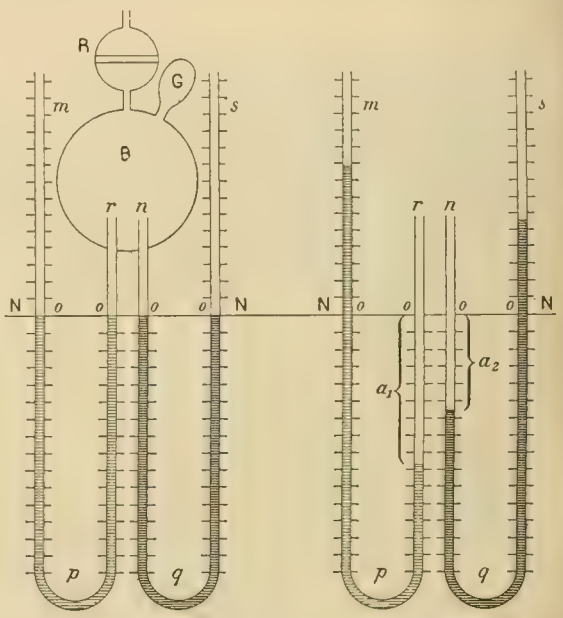


Fig. 2. Fig. 3.

aisé de voir que les abaissements respectifs sont inversement proportionnels aux densités des deux liquides.

En effet, soient H la pression atmosphérique initiale, $H + h$ la pression augmentée, a_1 et a_2 les abaissements des niveaux des liquides, et d_1 et d_2 les densités respectives des deux liquides. On aura, en égalant les expressions des pressions exercées sur les sections prises au même niveau :

$$(1) \qquad H + d_1.2a_1 = H + h$$
$$(2) \qquad H + d_2.2a_2 = H + h$$

ou

$$H + d_1.2a_1 = H + d_2.2a_2$$

d'où

$$d_1.a_1 = d_2.a_2.$$

Dans le cas où $d_1 = 1$, c'est-à-dire où l'eau est un des deux liquides, comme dans notre expérience, on a :

$$d_2 = \frac{a_1}{a_2}.$$

La détermination de la densité se réduit donc à deux lectures simultanées et à une simple opération arithmétique.

Stanislas Bouffall.
Stagiaire à la Faculté de Dorpat.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Stackel (Paul), *Professeur à l'Université de Königsberg et* **Engel** (Friedrich), *Professeur à l'Université de Leipzig.* — **Die Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauss.** — 1 *vol. in-8 de X-325 pages avec 145 figures et le fac-simile d'une lettre de Gauss. (Prix : 11 fr. 25). B. G. Teubner, Leipzig.* 1895.

Il y a environ 30 ans que, par la publication de la thèse de Riemann et du mémoire d'Helmholtz : *Sur les faits qui sont à la base de la Géométrie*, la Théorie des Lignes parallèles est devenue l'objet d'un intérêt général et soutenu. A peu près à la même époque, on découvrit que Gauss lui même avait reconnu la possibilité et la justification d'une Géométrie basée sur l'axiome des parallèles, et c'est alors que les travaux de Lobatschevsky et de Bolyai, dans lesquels cette géométrie avait reçu un développement systématique, furent arrachés à l'oubli dans lequel ils étaient tombés. Gauss, Lobatschevsky, Bolyai devinrent les créateurs de la Géométrie non-euclidienne, dont le développement fut repris par Riemann et Helmholtz.

Mais, en 1889, M. Beltrami montrait que, déjà en 1733, un mathématicien italien, G. Saccheri, en cherchant à prouver la cinquième proposition d'Euclide, était arrivé à une série de théorèmes semblables à ceux de Lobatschevsky et de Bolyai, et contenus dans son ouvrage : *Euclides ab omni naevo vindicatus.* Ensuite, en 1893, M. Stackel trouvait, dans le journal peu connu : *Magazin fur reine und angewandte Mathematik*, de J. Bernoulli, une *Theorie der Parallellinien* de J. Lambert (1786), dont l'examen le conduisait à considérer l'auteur comme un précurseur de Gauss, Lobatschevsky et Bolyai.

C'est alors que les auteurs conçurent le plan de l'ouvrage qu'ils publient aujourd'hui. Ils rassemblèrent les écrits anciens les plus importants sur la théorie des lignes parallèles et en constituèrent une contribution à l'histoire de la Géométrie non-euclidienne. L'ouvrage renferme des écrits d'Euclide, Wallis, Saccheris, Lambert et Gauss, auxquels sont venus s'ajouter, pendant le cours de l'impression, ceux de Schweinkart et d'un de ses neveux, Taurinus, qui, déjà en 1826, avant Lobatschevsky et Bolyai, avait publié une Trigonométrie non-euclidienne. Les mémoires de chaque auteur sont précédés d'une notice explicative.

Nous croyons que ce livre rendra d'utiles services aux personnes qui désirent s'initier aux problèmes de la Géométrie non-euclidienne : car la compréhension de ces théories, au premier abord si paradoxales, devient certainement plus facile en suivant le développement historique des conceptions qui leur ont donné naissance.

L. Brunet.

Moucheron (Comte de). — **Les derniers Cadrans solaires du Perche.** — *Plaquette extraite de la Revue Normande et Percheronne*, 1896.

Nous signalions récemment la brochure consacrée par notre collaborateur et ami, M. Raphaël Blanchard, aux *Cadrans solaires du Briançonnais.* De cette curieuse publication, il est intéressant de rapprocher la description que M. de Moucheron vient de donner des anciens cadrans du Perche. Ces quelques pages, fort agréables à lire, appellent très utilement l'attention sur l'opportunité de ne pas laisser perdre, comme on le fait trop souvent, les instruments qui ont rendu tant de services à la vie de nos pères ; il serait, comme le remarque l'auteur, très important de réunir dans nos musées ces documents si précieux pour l'histoire de l'Astronomie.

L. O.

Boulvin (J.), *Ingénieur des Constructions maritimes de l'Etat Belge.* — **Cours de Mécanique appliquée aux Machines,** *professé à l'Ecole du Génie civil de Gand.* 5° *fascicule.* **Machines à vapeur.** — 1 *vol. in-8° de 298 pages, avec 3 planches et 280 figures dans le texte. (Prix: 10 fr.). E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris,* 1896.

Le savant professeur de Gand continue et achève dans ce fascicule l'étude de la machine à vapeur, qu'il avait déjà envisagée au point de vue thermique dans les fascicules précédents : trois volumes sont donc consacrés en réalité à la génération de la vapeur et à l'actualisation de son énergie ; un quatrième volume sera réservé aux locomotives et aux machines de bateaux et complétera le remarquable travail de M. Boulvin.

Le présent fascicule est attribué plus spécialement à l'étude organique des moteurs d'usine et à la description des types « dont les dispositions présentent un intérêt de principe » ; l'auteur s'excuse de ne pas mentionner « bien des machines qui ont acquis, par la capacité des maisons qui les construisent, une réputation justifiée, » alors qu'il s'occupe de machines industriellement moins importantes. Nous trouvons, en effet, avec lui qu'il eût été inutile, par exemple, de décrire par le détail tous les modèles de distributions par déclenchement imaginés par des inventeurs désireux de faire de l'inédit *quand même*, mais nous estimons d'autre part qu'on eût pu du moins les mentionner et caractériser d'un mot leur nouveauté et leurs avantages, s'ils en possèdent, et dire leurs défauts s'ils en ont. M. Boulvin a l'autorité scientifique nécessaire pour distribuer la critique aussi bien que l'éloge.

Ce livre comprend six chapitres, dont un est consacré aux servo-moteurs, qui ne méritaient peut-être pas cette distinction ; les autres sont relatifs aux dispositions d'ensemble, à la théorie dynamique, aux distributions de vapeur, aux régulateurs et aux condenseurs. Ils sont tous intéressants, mais l'attention se porte de préférence sur le chapitre deuxième, réservé à la théorie dynamique des machines à vapeur.

Il comprend sept articles : 1. Machines monocylindriques ; 2. Forces d'inertie du mécanisme ; 3. Machines de Woolf ; 4. Machines Compound ; 5. Machines à triple et quadruple expansion ; 6. Rendement organique ; limite de la détente ; 7. Cylindres et enveloppes.

On voit que, dans ce chapitre, la dynamique est mêlée avec la théorie générique et la théorie expérimentale ; nous reconnaissons que cela ne nuit en rien à la lucidité de l'exposé, qui est remarquable, mais le mode d'exposition inauguré par Hirn a tant d'avantages que nous regrettons toujours de ne pas le voir adopté par tous.

Le chapitre des distributions est très documenté et parfaitement exposé. M. Boulvin emploie les méthodes graphiques à l'exclusion du calcul, même pour la théorie des coulisses et les corrections dues aux obliquités ; il fait remarquer avec raison que ces méthodes sont d'une précision égale à celle de l'exécution des organes, quand les épures sont tracées en vraie grandeur, et qu'il est inutile de rechercher une approximation supérieure à celle que donnent les mesurages sur le papier.

Le fascicule que nous venons d'analyser succinctement ne sera pas le moins apprécié de l'œuvre considérable entreprise par M. Boulvin ; la correction du tirage et la bonne venue des nombreuses figures qui illustrent le livre fera aussi honneur à ses éditeurs.

A. Witz.

2° Sciences physiques.

Lefèvre (Léon), *Préparateur de Chimie à l'École Polytechnique.* — **Traité des Matières colorantes organiques artificielles, de leur préparation industrielle et de leurs applications.** *Avec une préface de* **M. E. Grimaux**, *de l'Institut.* — *2 vol. in-8° contenant 1648 pages, 31 figures inédites et 261 échantillons teints ou imprimés sur soie, laine, coton, papier et cuir. (Prix de l'ouvrage relié : 100 francs). G. Masson, éditeur, Paris.* 1896.

Ce remarquable ouvrage comble une lacune importante dans la littérature chimique française. Je ne saurais mieux le faire ressortir, qu'en citant un passage de la Préface que M. Ed. Grimaux, membre de l'Institut, a écrite pour le livre de M. Lefèvre :

« L'histoire des matières colorantes organiques artificielles forme aujourd'hui un ensemble considérable, « qui occupe une grande place dans la Chimie organique. Aussi, dès leur origine, a-t-on pensé à exposer l'état de la question, en réunissant les données « éparses dans les brevets et les publications diverses; « de là, les articles d'Emile Kopp dans le *Répertoire de « Chimie appliquée*, l'article *Aniline* de Lauth dans le « *Dictionnaire de Wurtz*, le *Traité des dérivés de la « houille* de Girard et de Laire, les rapports faits à la « suite des Expositions universelles par Hofmann, « Girard, Wurtz, Lauth, la traduction, par Emile Kopp, « du Traité de Bolley, etc. Toutes ces publications sont « anciennes; comme œuvre récente, nous n'avons que « l'ouvrage de Girard et Pabst, où se trouve seulement « l'histoire de l'indigo, de l'alizarine et des dérivés du « triphénylméthane.

« La littérature allemande est plus riche en livres de « ce genre que la littérature française, et il nous faut « avoir recours aux publications de Mühlhaeuser, « Friedlaender, Schultz, Julius, Nietzki, etc...

« Il était à désirer cependant qu'un ouvrage complet « existât en France, pays d'origine de la grande industrie des matières colorantes artificielles. C'est l'œuvre « importante à laquelle s'est consacré M. Léon Lefèvre. « Il a voulu donner au public un Traité des matières « colorantes dans lequel aucun point ne serait laissé « dans l'ombre. »

Dans un avertissement, M. Lefèvre expose ses vues personnelles sur quelques points que je crois utile de signaler pour mieux préparer le lecteur à l'étude de cet ouvrage et le familiariser avec la pensée de l'auteur. Ce sont d'abord la question de la détermination des formules et celle de la nomenclature à adopter.

Les matières colorantes artificielles étant généralement des corps fort complexes, l'auteur a jugé que, pour en éclairer l'étude, il valait mieux donner une formule développée qu'une forme brute, la constitution du colorant fût-elle même incertaine, quitte, toutes les fois qu'il y avait un doute, à le signaler par un point d'interrogation.

Quant à la nomenclature, toutes les couleurs artificielles dérivant de noyaux benzéniques, le système qu'a adopté M. Lefèvre, et qui a le mérite de s'appliquer à toutes les classes de couleurs, consiste à faire suivre le nom générique des corps des groupes qui se trouvent dans les divers noyaux, ceux-ci étant désignés par la première lettre de leur nom, accompagnée d'un indice qui indique leur place.

Pour la bibliographie technique, l'auteur renvoie presque toujours aux brevets allemands. On sait que la législation de ces brevets, établie en 1877, est basée sur l'examen scientifique et pratique de la demande de brevet, faite par une commission spéciale de savants et de techniciens. Aussi, la garantie obtenue s'étend jusqu'à celle de l'Etat. Ces brevets allemands ont du reste presque tous paru dans l'excellent *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville, ainsi que les brevets français des deux ou trois dernières années. En Allemagne, un ouvrage spécial en deux volumes, avec texte *in extenso*, leur a été consacré par Friedlaender, de 1877 à 1891. Un troisième volume doit paraître incessamment.

Le traité de M. Lefèvre comprend vingt chapitres, correspondant chacun à un classe de matières colorantes.

La classification en est basée sur la théorie émise par O. N. Witt en 1876, des noyaux chromogènes, que l'introduction de chromophores transforme en matières colorantes. Ce sont ces *chromophores* qui caractérisent chaque classe.

Le premier volume est réservé aux couleurs dont les chromophores renferment presque exclusivement de l'azote. Les matières colorantes nitrées sont les plus simples de cette famille. Puis viennent les couleurs azoxy, azoïques et hydrazoïques, qui en dérivent par des réductions ménagées successives. Cette quadruple série est parallèle à celle du nitrobenzène et de ses produits de réduction. On arrive alors aux couleurs qui peuvent se rattacher à la diphénylamine, les indamines, indophénols ou indones, les oxazines, les oxazones, les thiazines et les thiazones. La classe des couleurs aziniques, renfermant les eurhodines, les safranines et les indulines, termine le premier volume. Cet ordre est parfaitement rationnel, si l'on tient compte de ce que les couleurs aziniques s'obtiennent avec les couleurs azoïques et plus simplement avec les indamines, et que les safranines se changent en indulines sous l'action de l'aniline, dans certaines conditions.

Les colorants étudiés dans le second volume peuvent pour la plupart être considérés comme dérivant d'un carbure. Les principaux groupes sont les couleurs du naphtalène, des bases quinoléiques, du diphényl et triphénylméthane et de leurs homologues, de l'anthracène et homologues. Enfin, viennent les quinoneoximes, qui ne dérivent pas d'un carbure unique, mais se distinguent, comme les colorants de l'anthracène, par leur caractère quinonique et la position ortho des groupes O H; l'indigo et certaines couleurs n'appartenant à aucune série, ou de constitution inconnue.

Tous ces chapitres sont conçus sur un plan uniforme. Ils débutent par un historique détaillé, suivi de généralités sur la constitution de la classe de colorants spécialement envisagée. S'il y a lieu, les relations entre les corps colorés et les corps incolores de la même classe, ou entre les formules des couleurs et leurs nuances sont indiquées. Puis viennent les méthodes générales de préparation, l'action des divers agents chimiques, la résistance à la lumière, etc...

Tous les colorants connus de la série ayant été décrits avec ordre, en allant du simple au composé, la technique de la préparation en grand est exposée avec le plus grand soin, pour ceux qui ont obtenu la suprême consécration de l'application industrielle : des planches facilitent l'intelligence des appareils, ou donnent des vues d'ensemble des ateliers spéciaux.

Généralement, les ouvrages sur les matières colorantes ne renferment que de vagues et douteuses indications sur leur mode d'emploi, comme si l'intérêt d'une nouvelle couleur se limitait à la satisfaction toute platonique de son obtention. Par une exception, tout à fait digne d'éloge, les applications, d'une si grande utilité pratique, non seulement ne sont pas négligées, mais sont étudiées avec détails dans le Traité de M. Lefèvre et décrites, suivant les cas, pour la laine, la soie, le coton, les tissus mixtes, le jute, la ramie, le cuir et le papier. Les 261 échantillons, généralement très réussis, encartés dans le texte, sont le plus souvent relatifs à des colorants de date récente. Ce livre me semble donc devoir être utile, non seulement au chimiste qui s'occupe spécialement des matières colorantes, mais encore au teinturier et à l'imprimeur sur étoffes.

Enfin, l'ensemble des données qui précèdent sur la préparation, les propriétés et l'emploi des matières colorantes se trouve résumé dans des tableaux qui présentent une importance considérable pour les recherches.

Nous examinerons ceux qui se rapportent aux dérivés du triphénylméthane et de ses homologues. Ils portent huit colonnes [1], avec les en-tête suivants : 1° Formules des couleurs ; 2° Amine, phénol, carbure, hydrol ou cétone ; 3° Amine ou phénol ; 4° Corps fournissant le carbone central ; 5° Oxydant, agent de condensation ou réactif ; 6° Nom commercial ; 7° Littérature ; 8° Observations.

La première colonne renferme la formule du colorant (*vert malachite*, par exemple), puis la simple dénomination de dérivés chlorés, bromés, iodés, cyanés, carboxydés, etc...

La formation d'une leucobase ou de la matière colorante elle-même a lieu par la combinaison deux à deux des corps des colonnes 2, 3, 4 qui sont en regard dans une même rangée horizontale, avec ou sans l'intervention de ceux de la cinquième colonne, dont l'entête spécifie suffisamment le rôle. Quelquefois, pour les leucobases à carbone asymétrique, par exemple, un corps entre en jeu dans les trois colonnes (P. 1226). La quatrième colonne ne comprend que des corps capables de fournir uniquement le carbone central, ou en même temps un des trois noyaux benzéniques, en donnant naissance soit à la leucobase, soit à la matière colorante elle-même (par ex. $CHCl^3$ et CCl^4 ou C^6H^5CHO et $C^6H^5CCl^3$) [2].

La colonne des *Observations* renferme des détails sur les particularités propres aux leucobases ou aux couleurs elles-mêmes : aspect physique, nuance, réactions, emploi en teinture et en impression, pouvoir colorant, etc...

Dans chaque chapitre, la série des tableaux est suivie d'une Bibliographie très complète des mémoires originaux, indiqués dans le texte par un chiffre spécial entre parenthèses, et par une liste des brevets d'invention, avec le nom des inventeurs et le titre ou une courte analyse du brevet.

A la fin de l'ouvrage se trouve une table générale, par ordre chronologique, des brevets et des demandes de brevets refusées ou retirées par leurs auteurs, et cités dans le texte. Enfin, une table générale des matières, où figurent en particulier les noms de tous les colorants, vient clore cet immense ensemble de documents.

On voit que M. Lefèvre, après avoir réuni, discuté et classé tant de faits, n'a rien omis pour rendre la lecture de son Traité aussi simple et aussi facile que possible. Les découvertes marchent si vite aujourd'hui, qu'au cours de l'impression il a dû ajouter un supplément au deuxième volume. Nous souhaitons que son beau livre soit tenu à jour par des suppléments périodiques analogues. En regard du travail colossal, que lui a coûté cet ouvrage, ce ne sera pour lui que jeu d'enfant, et nous aurons chaque fois l'occasion de lui renouveler nos félicitations et l'expression de notre gratitude pour le service rendu à la Science et à l'Industrie.

Maurice Prud'homme.

3° Sciences naturelles.

Repelin (J.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Etude géologique des environs d'Orléansville.** (*Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — *Un vol. in-4° de 198 pages avec figures et planches de coupes. Barlatier et Barthelat, imprimeurs, 19, rue Venture. Marseille,* 1895.

M. Repelin qui était, depuis quelques années, attaché au service de la carte géologique de l'Algérie, a choisi comme sujet de thèse pour le doctorat ès sciences naturelles, l'étude géologique du grand massif montagneux de l'Ouarsenis. Il a eu à y étudier des terrains assez variés mais le plus souvent fort ingrats et d'une déterminaison malaisée.

Le système jurassique y est représenté seulement par des affleurements peu considérables, disséminés au milieu de la masse des terrains crétacés.

La description des roches du Lias et de l'étage oxfordien ne présente qu'un intérêt relatif et nous apprend peu de choses que n'aient fait connaître déjà, en substance, les travaux d'autres géologues.

Les terrains crétacés jouent, dans la constitution de la région, un rôle beaucoup plus important. Presque tous les étages de cette formation ont été rencontrés par M. Repelin. Ils sont loin, cependant, d'offrir, dans les environs d'Orléansville, le même intérêt que dans certaines régions voisines. En dehors de quelques zones du Crétacé inférieur, les autres étages sont de composition très uniforme, monotones, très pauvres en fossiles et souvent d'un âge bien peu certain.

Le Néocomien et le Barrémien se présentent sous la forme de marnes à ammonites ferrugineuses, comme nous les connaissons dans les environs de Constantine. Ils forment des bandes et des lambeaux restreints et sont bien déterminés par les fossiles que cite l'auteur.

C'est avec l'Aptien et l'Albien que commence l'incertitude. Les fossiles y sont d'une extrême rareté. C'est donc, principalement, d'après la position relative des assises que M. Repelin leur attribue cette place dans l'échelle stratigraphique.

Il nous semble qu'il eût pu s'aider, à ce sujet, par une comparaison avec des assises très similaires déjà signalées dans d'autres régions de l'Algérie.

L'étage Cénomanien, si développé et si riche dans les hauts plateaux et même dans des régions très voisines de celle d'Orléansville, est, au contraire, ici, bien mal représenté. Il se réduit à une masse marno-calcaire, que quelques rares fossiles permettent à peine de classer.

Un fait intéressant à rapprocher de certaines observations déjà faites dans le Tell par M. Ficheur, c'est l'absence de l'étage Turonien et la transgression des assises Sénoniennes sur les dépôts plus anciens.

Ces dernières assises, d'ailleurs, n'ont rien qui appelle autrement l'attention. Ce sont des marnes très uniformes, d'une épaisseur considérable, dont la stratification est très confuse et qui sont d'une pauvreté extrême en restes organisés.

La partie la plus intéressante du mémoire de M. Repelin est celle qui traite des terrains tertiaires. Le système Miocène, plus particulièrement, est bien développé à Orléansville et, comme la classification des diverses assises de ce système est très discutée en Algérie, il importait de savoir si les observations de M. Repelin confirmaient ou infirmaient les conclusions de M. Welsch.

Il résulte de ces observations que, sur plusieurs questions au moins, les conclusions du savant professeur de la Faculté de Poitiers sont justifiées. On peut donc regretter que M. Repelin ne les ait pas rappelées plus amplement.

Il est permis de ne pas partager sur tous les points la manière de voir de M. Repelin au sujet du synchronisme de certaines assises, fort difficile d'ailleurs à établir. Quelques détails peu importants de son mémoire nous paraissent en outre donner prise à la critique, mais ce qu'il faut louer entièrement c'est la clarté et la méthode avec lesquelles les faits sont exposés, la précision et la multiplicité des coupes relevées qui dénotent une dépense considérable de travail et enfin la logique des déductions qui en sont tirées.

Ce qui nous paraît louable encore c'est que l'auteur se soit affranchi des classifications purement locales et qu'il ait su heureusement faire rentrer les horizons tertiaires qu'il a observés dans le cadre de la nomenclature générale.

[1] Pour les phtaléines, le nombre des colonnes se réduit à sept.

[2] C'est propablement par suite d'une erreur d'impression que, page 1246, on trouve O et AzO^2Na dans la quatrième colonne, au lieu de la cinquième.

Il nous paraît d'autre part très regrettable que M. Repelin n'ait pas annexé à son mémoire une carte géologique à petite échelle de la région d'Orléansville. Cette carte eût singulièrement facilité la lecture des coupes et l'intelligence du texte.

A. Péron.

Léger (Maurice). — **Recherches sur la Structure des Mucorinées.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. in*-8° *de* 152 *pages avec* 21 *planches hors texte. E. Druinaud, éditeur*, 6, *rue de la Mairie. Poitiers.* 1895.

L'histoire des Mucorinées dans leur morphologie, dans leur systématique, était faite; d'illustres savants, O. Brefeld, Ph. Van Tieghem, y ont apporté tous leurs soins. Pourtant l'étude de la structure, l'étude des phénomènes de la reproduction présentait encore bien des points obscurs. M. Léger en éclaircit quelques-uns par l'examen approfondi d'un certain nombre de représentants des diverses tribus de Mucorinées.

Il nous expose d'abord ses méthodes d'observation (fixations, teinture, coupes) très simples, qui lui ont permis de formuler les résultats dont nous donnons un bref résumé :

Le thalle des Mucorinées renferme dans son protoplasme un nombre considérable de noyaux. Quand les spores se forment dans le sporange, le protoplasme se divise en petites portions polyédriques contenant chacune plusieurs noyaux, et s'entourant bientôt d'une double membrane. Les chlamydospores sont constituées de même, sauf qu'elles ont une enveloppe de plus, qui est la membrane du filament d'où elles dérivent. Les gamètes qui s'unissent pour former la zygospore ont en elles beaucoup de noyaux; on retrouve ces noyaux dans la zygospore jeune, et ils y disparaissent, la zygospore devenant une sorte d'éponge pleine d'huile. En même temps se développent les membranes de l'œuf, qui sont au nombre de trois : l'extérieure cutinisée appartenant aux filaments primitifs, les deux autres cellulosiques, produites par le protoplasme. Mais des coupes montrent aux deux bouts du tonnelet deux amas de petites sphères, dites embryogènes, provenant soit des noyaux précédents, soit d'un protoplasme de choix; dans chaque amas, les petites sphères se fusionnent en une sphère creuse contenant de l'huile, la sphère embryonnaire. Puis on passe à une période de vie latente.

Outre les zygospores, il y a des azygospores qui ont exactement la même constitution qu'une moitié de la zygospore; elles ont une sphère embryonnaire unique. La rencontre de deux moitiés pareilles pour donner une zygospore n'a donc probablement qu'un intérêt secondaire dans la formation de cette spore.

A côté de tout cela, M. Léger a constaté le fait nouveau que, dans la zygospore, apparaît de la mucorine; il suppose que c'est une réserve pour le développement ultérieur. Les autres spores n'en contiennent pas.

Arrivons à la germination des spores : les sporangiospores et chlamydospores germent de la même manière; M. Léger a suivi l'évolution des noyaux; ils subissent dans la spore une et une seule bipartition indirecte, puis gagnent le tube germinatif où ils se divisent par le mode direct. La zygospore, qu'elle donne un thalle ou un sporange, se comporte de la façon suivante : les sphères embryonnaires augmentent de volume, remplissent la cavité, et forment une masse unique, où l'on voit naître des noyaux; le filament germinatif apparaît, les noyaux se divisent comme précédemment et s'y rendent. Donc, à part les sphères embryonnaires, spéciales aux zygospores et azygospores, le développement est le même dans tous les cas.

Tels sont les résultats du travail de M. Léger: comme il a examiné des types très variés, on peut croire pour le moment à leur généralité.

Julien Ray.

4° Sciences médicales.

Brocq (L.), *Médecin des Hôpitaux de Paris*, et **Jacquet** (L.), *Ancien interne de Saint-Louis.* — **Précis élémentaire de Dermatologie. Maladies en particulier : III. Dermatoses inflammatoires.** — 1 *vol. in*-18 *de* 190 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, dirigée par M. H. Léauté.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.* 1896.

Ce volume est le quatrième du Précis de Dermatologie que publient MM. Brocq et Jacquet dans la collection susindiquée. Composé par MM. Jacquet et Bodin, il renferme l'étude des dermatoses vésiculeuses (eczémas, herpès, zona), des dermatoses bulleuses (pemphigus), des dermatoses squameuses (psoriasis, pityriasis, affections sudorales), des affections sébacées (acnéiques, séborrhéiques) et enfin des érythèmes et des xanthomes. Ce précis, d'une extrême clarté, donne une description symptomatique sommaire de chaque affection, des indications sur les lésions, sur la nature et les causes quand elles sont connues ou soupçonnées, enfin un exposé thérapeutique net, avec les principales formules à employer s'il y a lieu. Ces qualités font de ce manuel un livre pratique d'une utilité indiscutable.

Dr A. Létienne.

Desgrez (A.), *Docteur en médecine.* — **Contribution à l'étude des sérums.** — 1 *brochure in*-4° *de* 48 *pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.* 1895.

Dans ce mémoire, M. Desgrez étudie principalement l'influence des injections des sérums sur la nutrition en évaluant les variations de certains éléments urinaires, du poids du corps et les lésions produites dans les organes. Des expériences ont été faites avec trois espèces de sérums : un sérum d'ascite, un sérum de pleurésie, et le sérum antidiphtéritique de Roux. Injectés dans la veine auriculaire de lapins, ils déterminent, d'après M. Desgrez, des phénomènes de dénutrition, une diminution notable du poids, une augmentation de l'excrétion de l'urée, du chlore et quelquefois du phosphore et la production de lésions intestinales.

Dr A. Létienne.

Estor (Dr E.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier.* — **Du cathétérisme rétrograde de l'urèthre.** — 1 *vol. in*-12 *de* 340 *pages, avec figures* (*Prix : 4 francs*). *C. Coulet, éditeur à Montpellier et G. Masson, éditeur à Paris*, 1895.

Dans ce mémoire très étudié et auquel la Société de Chirurgie a décerné le prix Laborie, M. Estor insiste sur la nécessité de ne pas prolonger outre mesure, dans les cas de rupture de l'urèthre, surtout compliqués de fractures des os du bassin, les recherches ayant pour but de trouver le bout postérieur du canal, en raison du danger qu'elles font courir au malade. On devra sans hésiter recourir promptement au cathétérisme rétrograde, qui est une opération bénigne, efficace et facile; car seule elle permet d'arriver sûrement au résultat visé. Et c'est encore à lui qu'il faudra s'adresser d'emblée si le périnée contient des trajets fistuleux ou s'il est envahi par d'épaisses callosités. En terminant, l'auteur recommande une sonde dont le but est de simplifier l'acte opératoire.

Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses.

Beauregard (H.), *Assistant au Muséum.* — **Nos Bêtes. Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant en livraisons les* 5 *et* 20 *de chaque mois. Chaque livraison contenant* 8 *pages de texte et une planche en couleurs, est vendue* 90 *centimes. A. Colin, éditeur*, 5, *rue de Mézières, Paris*, 1896.

La description des animaux utiles se termine dans la 23e livraison qui vient de paraître par l'étude du *brochet*, de l'*anguille*, de l'*écrevisse*, du *cachalot*, de la *morue*, de l'*esturgeon*, de la *sangsue* et de la *seiche*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Février 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Le Cadet** adresse ses observations de la nouvelle comète Perrine (1896 fév. 15) faites à l'équatorial coudé 0 m. 32 de l'Observatoire de Lyon. — M. F. **Rossard** communique ses observations de la comète Perrine (1896 fév. 15) faites à l'Observatoire de Toulouse à l'équatorial Brünner de 0 m. 25. — M. **Maurice d'Ocagne** adresse une brochure intitulée : « Note sur la machine à résoudre les équations de M. Torres ». — M. **Emile Picard** adresse une note sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques imaginaires pour le cas où il y a trois variables indépendantes. — M. **Ch. Legrand** adresse la résolution d'une identité algébrique signalée par Catalan.

2° Sciences physiques. — M. **Henri Becquerel** a reproduit les recherches de M. Niewenglovski en remplaçant le sulfure de calcium phosphorescent du commerce par les sels d'urane dont la phosphorescence est de faible durée. Ces substances émettent des radiations invisibles, traversent les corps opaques. — M. **Perrotin** résume l'ensemble des observations de la planète Vénus, faites au sommet du mont Mounier à 2741 mètres d'altitude, dans des conditions atmosphériques très favorables. La planète tourne sur elle-même avec une extrême lenteur; en outre, la durée de la rotation est égale à celle de la résolution sidérale. Elle éprouve un phénomène analogue à la libration de la lune en latitude, ce qui prouve que l'axe de rotation de la planète ne se confond pas avec la perpendiculaire à l'orbite. — M. **Champomier** adresse un mémoire sur les moyens de prévenir les catastrophes dues aux ruptures de barrages de retenue d'eau. — M. le Secrétaire perpétuel signale un volume de M. **de Lapparent** intitulé : « Leçons de Géographie physique. » — M. **Ch. V. Zenger** admet que dans la production des silhouettes de M. Röntgen, il n'y a là qu'un phénomène d'induction électrique produisant la phosphorescence de la gélatine et enfin la fluorescence de l'air ambiant comme dans le cas de la décharge en aigrettes de l'électricité. — MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard** utilisent la transparence que manifestent vis-à-vis des rayons de Röntgen les différentes variétés du carbone et la plupart de ses combinaisons non métalliques pour différencier nettement le diamant de ses imitations faites de substances de grande opacité; le même procédé peut être utilisé pour distinguer le jais naturel de ses imitations minérales. Les pierres précieuses peuvent être ainsi éprouvées même dans leur monture et sans courir aucun risque. — MM. **Dariex et de Rochas** ont recherché quel est le degré de perméabilité des milieux transparents de l'œil (cornée, humeur aqueuse, cristallin, corps vitré) pour les rayons de Röntgen; ils ont reconnu que ces milieux sont très peu perméables aux rayons X, ce qui donne l'explication de leur invisibilité. — M. **Georges Meslin** expose des expériences conduisant à admettre que les rayons actifs de Röntgen semblent provenir de la partie du verre rendue fluorescente sous l'influence de l'électrode. — M. **H. Dufour** a étudié l'action des rayons X sur les corps électrisés. Les radiations actiniques qui émanent de la surface des tubes de Crookes et agissent à travers des corps opaques (optiquement) sur une plaque photographique, paraissent avoir une origine électrique; elles constituent un phénomène analogue à l'effluve électrique et agissent comme elle sur une plaque photographique. La perméabilité des corps varie avec leur constante diélectrique et leur conductibilité électrique; elle paraît être sans relations avec leurs propriétés optiques. — M. **Piltchikof** remplace le verre des tubes de Crookes par une substance fluorescente; dans ces conditions la durée de pose photographique par les rayons X peut s'abaisser à 30 secondes. — M. **Gustave Le Bon** expose quelques expériences nouvelles sur la lumière noire. — MM. **Auguste et Louis Lumière** ont essayé de reproduire les expériences de M. Le Bon sans y réussir; ils concluent de leurs nombreux essais que la lumière noire ne serait que de la lumière blanche à l'abri de laquelle on ne se serait pas placé d'une façon suffisamment rigoureuse. — M. **J. Durot** adresse la description d'un appareil pour les opérations de la galvanoplastie auquel il donne le nom de Balancier referendum, galvano-grammètre automatique. — M. **Henri Moissan** donne la préparation du carbure de manganèse Mn^3C dans le four électrique; il peut se produire entre 1500 et 3000°. Lorsqu'il est pur, il décompose l'eau à la température ordinaire en donnant un mélange à parties égales de méthane et d'hydrogène d'après l'équation suivante :

$$CMn^3+6H^2O=3Mn(OH)^2+CH^4+H^2.$$

Le même auteur a préparé les borures de nickel et de cobalt par l'union directe du bore et du métal, soit au four électrique, soit au four à réverbère ordinaire chauffé au moyen du charbon de cornue. On les obtient facilement cristallisés à partir de 1200°. Ces nouveaux composés ont des propriétés analogues à celles du borure de fer décrit précédemment. Ils permettront de faire passer le bore dans un métal tel que le fer, puisque, à haute température, le bore et le silicium déplacent le carbone d'une fonte à fusion. — M. **Armand Gautier** à propos de la communication de MM. Engel et Bernard sur le dosage de l'arsenic, rappelle la méthode qu'il a proposée en 1875 et qui répond à tous les désiderata. — M. **A. Haller** a réalisé la synthèse partielle du camphre droit en partant de l'acide camphorique droit. Le campholide traité par le cyanure de potassium donne le sel de potasse de l'acide cyanocampholique. La potasse caustique transforme cet acide et ses éthers en acide homocamphorique dont le sel de plomb est décomposé par une décomposition ménagée en camphre et carbonate de plomb. Ces résultats d'une grande importance fixent définitivement la partie de la molécule camphre sur laquelle s'est portée l'oxydation dans la transformation de ce composé en acide camphorique; ils établissent l'existence d'une double fonction carboxylique dans les acides camphorique et homocamphorique; ils montrent enfin que le groupement, le noyau fondamental, auquel le camphre doit sa propriété de dévier la lumière polarisée, n'est pas atteint par sa conversion en acide camphorique, campholide, acides cyanocampholique et homocamphorique. — M. **Ad. Carnot** propose une méthode susceptible de fournir une analyse volumétrique d'un mélange de chlorure, de chlorate et d'hypochlorite, mélange qui se forme dans l'action du chlore sur les solutions alcalines ou dans la décomposition électrolytique d'une solution de sel marin. Les opérations exécutées sur une seule prise sont les suivantes : 1° Dosage de l'hypochlorite par le procédé de l'arsénite de sodium. 2° Détermination du chlorate, après acidification par l'acide sulfurique par réduction à l'aide du sulfate ferreux dont on titre l'excès par le permanganate. 3° Dosage du chlore total par l'azotate d'argent et le sulfocyanure d'ammonium.

Le même auteur expose une méthode d'analyse d'un mélange de chlorures, de chlorates et de perchlorates. Le chlorate et le chlorure sont dosés comme s'ils étaient seuls, le perchlorate est ramené ensuite à l'état de chlorure. — M. **Guntz** communique une note sur les propriétés des métaux retirés de leurs amalgames; ces métaux, qui sont généralement dissous dans le mercure à l'état atomique, peuvent être mis en liberté sous une forme de polymérisation seulement partielle par la distillation du mercure à basse température. Cette différence d'état chimique entraîne une différence d'énergie dans les réactions. — M. **A. Besson** expose les résultats de l'action de l'hydrogène sulfuré, des acides bromhydrique, iodhydrique et de l'hydrogène phosphoré sur le chlorure de sulfuryle SO^2Cl^2. — M. **Ernest Barillot** s'est préoccupé d'indiquer les rendements produits par la carbonisation du bois en vase clos dans les conditions rationnelles que l'on doit aujourd'hui adopter. Il existe de notables différences entre les rendements en alcool des différents bois; et l'on doit préférer par ordre décroissant, le mélange pelard hêtre et charme, la moulée ronde ou fendue, le hêtre fendu. Au point de vue de la production du charbon, les bois blancs doivent être rejetés. Les rendements maxima s'obtiennent par une distillation lente et régulière. — M. **Chesneau** a déterminé approximativement la température des étincelles produites par l'uranium; elle est supérieure à 1000°. Ces étincelles enflamment le gaz d'éclairage, des mèches de coton imprégnées de liquides combustibles, l'ouate, etc. — MM. **C. Marie** et **R. Marquis** ont pu former les nitro-prussiates à partir des ferrocyanures en éliminant une molécule d'acide cyanhydrique et substituant un groupe AzO à un atome d'hydrogène. — M. **Georges Baugé** signale la préparation et les propriétés du carbonate chromeux ammoniacal : $CO^3Cr.CO^3(AzH^4)^2H^2O$. C'est une poudre jaune cristalline constituant un réducteur énergique. — M. **Ch. Moureu** signale une base nouvelle, la vératrylamine :

$$C^6H^3 \begin{cases} AzH^2 & (1) \\ (OCH^3)^2 & (3,4) \end{cases}$$

qu'il obtient en réduisant le nitrovératrol qui prend naissance lui-même dans l'action de l'acide nitrique sur le vératrol. — M. **Paul Rivals** fait connaître les chaleurs de formation de l'acide orthochlorobenzoïque, du chlorobenzoate de potassium et du chlorure de chlorobenzoyle. Dans l'aldéhyde acétique, la substitution du chlore, soit à l'hydrogène fonctionnel, soit dans le radical CH^3, dégage à peu près les mêmes quantités de chaleur; au contraire, la substitution du chlore dans le noyau est comparable à la substitution dans le radical CH^3, mais la présence du noyau modifie le caractère du groupement aldéhydique, et la substitution du chlore à l'hydrogène fonctionnel donne lieu à un dégagement de chaleur d'un ordre de grandeur tout différent. — M. **A. Trillat** a résolu le problème de la transformation d'une solution de formaldéhyde en vapeurs pour la désinfection. La solution de formaldéhyde chauffée dans un autoclave sous une pression de 3 à 4 atm., laisse dégager des vapeurs sans formation de produit polymérisé. On peut ainsi saturer, par des vapeurs aldéhydiques pures, de grands espaces sans y introduire de gaz délétère comme l'oxyde de carbone et atteindre en les détruisant les germes pathogènes les plus divers. — MM. **Léon Dufour** et **Lucien Daniel** combattent le noircissement du cidre par l'addition d'un acide : 10 à 15 grammes d'acide citrique ajoutés par hectolitre, suffisent généralement; mais on peut, dans tous les cas, ajouter jusqu'à 50 grammes sans donner au cidre une acidité désagréable au goût. C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Ranvier** montre, par des coupes transversales de l'artère auriculaire médiane du lapin, et des lymphatiques qui en suivent la direction, qu'une sorte d'hyaline est élaborée par les cellules endothéliales des lymphatiques à l'état normal. — M. **Chauveau** démontre que le travail musculaire n'emprunte rien de l'énergie qu'il dépense aux matières albuminoïdes des humeurs et des éléments anatomiques de l'organisme. — M. **de Lacaze Duthiers** fait connaître les résultats obtenus par l'observation d'un coralliaire ayant vécu dans les aquariums du Laboratoire Arago. — M. **d'Abbadie** donne une notice sur le procédé employé pour conférer l'immunité contre le venin des serpents, d'après les documents fournis par M. de Serpa Pinto. — M. **Depéret** signale l'existence de Dinosauriens, Sauropodes et Théropodes, dans le Crétacé supérieur de Madagascar. Ces mêmes genres se retrouvent dans l'Inde. C'est un argument de plus à ajouter en faveur d'une jonction, à l'époque secondaire, entre la grande île de Madagascar et le continent indien. — M. **A. Viré** expose les modifications apportées aux organes de relation et de nutrition chez quelques Arthropodes, par leur séjour dans les cavernes. — M. **Joannes Chatin** montre que, chez les huîtres, la phagocytose ne doit pas être rapportée à l'intervention des globules sanguins, mais bien aux cellules conjonctives, qui, sous la moindre irritation du tissu ambiant, tendent à passer à l'état dynamique. — M. **Mesnard** étudie l'action combinée de la lumière et de l'eau dans le dégagement du parfum des plantes, et montre que c'est la lumière et non pas l'oxygène qui est la principale cause de transformation et de destruction des substances odorantes.

J. Martin.

Séance du 2 Mars 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Rossard** adresse ses observations de la comète Perrine (1895 c) faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brünner. — M. **H. Poincaré** répond à une publication de M. Hill sur la divergence des séries de la mécanique céleste et établit qu'il n'y a pas de contradiction entre les résultats de M. Hill et les siens. — M. **Levasseur**, à propos des groupes d'opérations, énumère les groupes d'ordre 8 p, p étant un nombre premier impair.

2° Sciences physiques. — M. **G. Bigourdan** donne un moyen de reconnaître les plus petites variations de marche des horloges astronomiques. L'auteur conclut que, par la comparaison d'une horloge à un pendule libre battant à peu près la seconde et oscillant dans le vide, et à température constante, on peut, à tout instant, reconnaître les variations irrégulières de l'horloge; on peut aussi les évaluer avec une incertitude à peu près proportionnelle au temps, et qui, au bout de vingt-quatre heures, ne dépasse pas $0^s,03$. — M. le Président présente un volume de M. **A. Monmerqué** intitulé : Contrôle des installations électriques au point de vue de la sécurité. — M. **Jaumann** adresse une réponse aux observations de M. Poincaré sur la théorie des rayons cathodiques. Il admet que les rayons ne suivent pas les lignes de force et qu'il n'y a aucune raison pour qu'ils ne soient pas déviés par l'aimant. — M. **Poincaré** fait remarquer que l'expérience est en désaccord avec les conclusions théoriques de M. Jaumann. — M. **d'Arsonval** a fait quelques observations permettant d'expliquer la cause des désaccords obtenus avec la photographie à la lumière noire. Tous les corps qui émettent des radiations fluorescentes de couleur jaune verdâtre peuvent impressionner la plaque photographique à travers les corps opaques; le rôle des rayons cathodiques dans les expériences de Röntgen semble se borner à exciter la fluorescence du verre spécial composant l'ampoule de Crookes. — M. **Henri Becquerel** a continué l'étude des radiations invisibles émises par les corps phosphorescents, radiations qui traversent divers corps opaques pour la lumière; des feuilles de papier noir, des plaques d'aluminium, de cuivre, etc. Les expériences faites avec des lamelles cristallines de sulfate double d'uranyle et de potassium:

$$SO^4(UO)K + H^2O.$$

mises à l'abri de l'excitation des radiations incidentes et maintenues à l'obscurité, produisent encore les mêmes impressions photographiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées : 1° un volume de M. **René de Kerallain** intitulé : « La jeunesse de Bougainville et la Guerre de Sept ans. » 2° Le 7e volume des « Annales de l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier. » — M. **Londe** présente diverses épreuves photographiques obtenues au moyen des rayons X. La plume et le poil ne sont pas un obstacle pour reproduire l'ossature d'un animal quelconque; en outre, les rayons X ne s'échappent pas seulement du point de rayonnement des rayons cathodiques, mais de toute la surface de l'ampoule. — M. **Gustave Le Bon** répond aux critiques de MM. Lumière qui niaient l'existence de la lumière noire et à celles de M. Zenger qui nie à la fois la lumière noire et les rayons de Röntgen. — MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans** ont reconnu que, si les rayons X se réfléchissent régulièrement dans les conditions de nos expériences, ils ne le font qu'en très faible proportion; par contre, ils peuvent être diffusés en assez grande quantité et l'intensité de la diffusion paraît dépendre beaucoup plus de la nature que du degré de poli du corps diffusant. Ce fait conduirait à attribuer aux nouveaux rayons une longueur d'onde très petite et telle qu'il ne nous est pas possible à réaliser le degré de poli nécessaire pour en déterminer la réflexion régulière. Les clichés obtenus révèlent, en ce qui concerne le liège et le quartz, des degrés différents de transparence pour les rayons diffusés par les différents corps employés. — M. **J. Carpentier**, à l'aide des rayons X, a pu obtenir la représentation photographique du relief d'une médaille ne dépassant pas 8/100 de millimètre. — MM. **Blamard** et **Labesse** ont étudié le passage des rayons de Röntgen à travers les liquides. L'eau se laisse traverser facilement, les solutions de bromure de potassium, de chlorure d'antimoine, de bichromate de potasse offrent une résistance considérable, tandis que les solutions de borate de soude, de permanganate de potasse se laissent plus facilement traverser. — M. **Pierre Delbet** annonce la découverte et l'extraction, grâce à une photographie de Röntgen, d'une aiguille implantée dans la main. — MM. **Ch. Girard** et **F. Bordas** appliquent les rayons X pour reconnaître la composition d'un explosif contenu à l'intérieur d'un engin métallique. — M. **Léo Vignon** adresse une note relative à l'action chimique produite par les radiations qu'émettent certaines sources d'énergie obscures. — M. **Guillery de Meens** envoie un mémoire relatif à la nécessité de mesures légales pour prévenir les inhumations et les autopsies précipitées. — M. **G. Fabre** donne la description de l'observatoire définitivement installé au sommet du mont Aigoual, sommet culminant des Cévennes, à l'altitude de 1567 mètres. — MM. **Ph. Barbier** et **Bouveault** sont parvenus à extraire du rhodinol de l'essence de pélargonium et de l'essence de roses et à identifier les deux produits obtenus. La composition est représentée par la formule $C^{10}H^{20}O$; son acétate constitue un liquide incolore, d'une odeur très agréable, bouillant à 115° sous la pression de 10 mm. La proportion de ce rhodinol dans les deux essences ne dépasse pas 20 %. — M. **Ch. Combes** donne un procédé commode de préparation du silicichloroforme par l'action de l'acide chlorhydrique sec sur le siliciure de cuivre porté à la température d'ébullition de la diphénylamine et expose l'action de l'aniline et du benzène monobromé sur le silicichloroforme. Ces deux réactions ne conduisent pas à la production de paraleucaniline, où l'atome de carbone central serait remplacé par un atome de silicium. — M. **Charon** a repris avec soin la préparation de l'aldéhyde carbonique et reconnu que le produit obtenu est un produit unique et non un mélange de deux stéréo-isomères possibles. L'auteur fixe quelques-unes des conditions de l'oxydation de cet acide. — M. **Aug. Charpentier** expose une série de faits tendant à établir que les oscillations constatées par lui dans des recherches antérieures sont dues à des vibrations transversales des éléments rétiniens constitués par les parties terminales des cônes et des bâtonnets; l'amplitude des oscillations n'a jamais dépassé au maximum une dizaine de μ dans chaque sens.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — MM. **Chauveau** et **Contejeau** démontrent, par la méthode expérimentale (alimentation carnée et alimentation à la gélatine), que les matières quaternaires qui sont à incorporer, c'est-à-dire celles que l'alimentation vient d'introduire dans l'organisme, sont inaptes à servir directement de potentiel énergétique pour la création du travail musculaire. On a vu qu'il en était ainsi chez l'animal en état d'inanition ; autrement dit, les combustions azotées ne sont pas plus accrues par le travail que dans le cas d'inanition. — M. **Le Dantec**, à propos de l'assimilation fonctionnelle et répondant à une note de M. Vuillemin, conclut en disant que le fonctionnement d'un organe est un gain de substances plastiques, que le résultat du repos d'un organe est une perte de substances plastiques. — M. **Valéry Mayet** a trouvé, dans les tubes de Malpighi des larves de plusieurs Cérambycides, une sécrétion calcaire qui sert à la fin de la vie larvaire à fabriquer l'opercule de la loge dans laquelle elles se chrysalideront. — M. **Roze** signale la présence de bactériacées qui mortifient les cellules du parenchyme de la pomme de terre. C'est un micrococcus, *M. nuclei*, qui produit cette maladie. Un autre micrococcus, *M. imperatoris*, attaque la partie centrale du tubercule, et le rend impropre à la consommation, sans que rien à l'extérieur ne trahisse l'altération. — M. **P. Vuillemin** a découvert dans les aiguilles de pins deux champignons parasites, que l'auteur considère comme les représentants d'une famille nouvelle (Hypostomacées) de l'ordre des Ustilaginées, et rappelant à certains égards les Ascomycètes et les Hyphomycètes. — M. **Ficheur** a étudié le renversement des plis sur les deux versants de l'Atlas de Blida (Algérie). L'axe des schistes primaires de la Chiffa paraît avoir formé une zone de résistance contre laquelle la poussée simultanée du nord et du sud a donné lieu à l'étirement des plis en sens inverse et à la production d'une deuxième zone de plis en éventail, au sud de la première. Ces actions orogéniques paraissent avoir eu leur maximum d'intensité après le dépôt du Pliocène inférieur et avant l'Helvétien. — M. **Nicklès** a étudié les terrains secondaires des provinces de Murcie, Almeria, Grenade et Alicante (Espagne).

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Mars 1896.

M. **P. Berger** fait une communication sur la rhinoplastie par la méthode italienne. Il est peu d'opérateurs qui aient recours à l'utilisation de la méthode italienne pour les autoplasties de la face. L'éloignement que ce genre d'opération paraît inspirer au plus grand nombre tient probablement à ce qu'on s'exagère la difficulté et les inconvénients de la fixation du bras à la tête, fixation qu'elle nécessite pendant un certain nombre de jours. Ces difficultés, ces inconvénients sont inévitables; mais l'auteur les a amoindris dans une notable mesure en perfectionnant les appareils qui maintiennent le membre supérieur fixé à la tête; il décrit les pièces dont se composent ces appareils et en indique la disposition et le mode d'application. — M. **Le Dentu** présente deux embryons provenant d'une grossesse tubaire gémellaire à sac unique. — M. **J. V. Laborde** montre, par l'examen d'un très grand nombre de faits, que l'action préventive, prophylactique, de la quinine dans le paludisme ne saurait être mise en doute. — M. le Dr **Calot** (de

Berck-sur-Mer) lit un mémoire sur la possibilité d'arriver à la guérison de la luxation congénitale de la hanche par l'intervention sanglante.

Séance du 10 Mars 1896.

M. **Dumontpallier** fait une communication sur le traitement de certaines tumeurs de la bouche au moyen de chlorate de potasse, appliqué principalement en poudre fine sur toute la tumeur; il a obtenu des guérisons qui semblent persistantes. — M. **P. Reclus** croit que le chlorate de potasse n'a quelque efficacité que dans les seuls cancroïdes de la peau; il est sans effet durable sur les cancers des muqueuses et en particulier sur les épithéliomas de la bouche. — M. **J. V. Laborde** termine son étude sur l'action préventive de la quinine dans le paludisme en examinant sous quelle forme la quinine doit être administrée. — M. le Pr **Dieulafoy** présente une étude sur l'appendicite. L'appendicite est toujours le résultat de la transformation du canal appendiculaire en une cavité close; cette transformation peut se faire en un point quelconque du canal appendiculaire et par différents mécanismes (formation de calcul, infection locale, rétrécissement fibreux). Les symptômes n'éclatent que lorsque la transformation en cavité close est constituée; alors les microbes normaux de l'appendice, jusque-là inoffensifs, pullulent et exaltent leur virulence. Cette virulence est parfois si considérable que le malade peut succomber du fait même de son appendicite infectante; d'autres fois, l'infection se fait de l'appendice vers le péritoine sans perforation; enfin, dans la majorité des cas, il y a perforation de l'appendice et péritonite. Le traitement médical est nul ou insuffisant: le seul traitement rationnel est l'intervention chirurgicale pratiquée en temps opportun. — M. le Dr **A. Broca** lit un mémoire sur trente-sept opérations pour luxation congénitale de la hanche. — M. le Dr **Guermonprez** (de Lille) lit une note sur la contagion professionnelle du cancer.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1er Février 1896.

M. **d'Arsonval** communique à la Société les principaux points de la découverte du professeur Röntgen. — M. **Rénon** a observé un cas d'aspergillose pleurale chez un lapin qui avait été inoculé dans les veines avec des spores virulentes d'*Aspergillus fumigatus*. — MM. **Charrin** et **d'Arsonval** ont reconnu que les courants à haute fréquence agissaient sur les toxines en leur enlevant leur nocivité; ce phénomène est dû aux vibrations, mais non à l'électrolyse. — M. **P. Bonnier** a constaté l'exaltation du réflexe rotulien dans des cas d'insuffisance labyrinthique brusque, et, au contraire, la diminution et même la suspension de ce réflexe dans des cas d'irritation auriculaire. — M. **de Sinéty** a plusieurs fois constaté que l'épididymite blennhorragique, même unilatérale, entraînait la stérilité. — M. **Beauregard** communique ses recherches sur la circulation du cœur chez les Balénéoptères. — M. **Moty** signale un cas d'infection urinaire par le bacille pyocyanique.

Séance du 8 Février 1896.

M. **Laborde** relate ses expériences sur l'effet préventif et curatif du curare vis-à-vis du tétanos strychnique. — M. **H. Claude** a constaté deux cas d'hémorragies de la vésicule biliaire chez des lapins injectés avec des toxines microbiennes. Ce fait pourrait se produire chez l'homme et donner lieu à des coliques hépatiques, ou servir de point d'appel à des dépôts de sels biliaires et constituer le noyau de certains calculs biliaires — MM. **d'Arsonval** et **Charrin** ont constaté que les microbes ne semblent pas impressionnés par l'action électrique des courants à haute fréquence. — MM. **Roger** et **Gilbert** montrent que la tuberculose aviaire et la tuberculose humaine s'inoculent aux mêmes animaux; les résultats ne diffèrent que dans leur fréquence relative, aussi ne doit-on voir dans ces deux variétés de tuberculose que les manifestations de deux races d'une même espèce. — MM. **François-Frank** et **Hallion** ont institué une méthode particulière pour étudier l'influence du système nerveux sympathique sur l'intestin; ils communiquent les résultats qu'ils ont obtenus par cette méthode. — MM. **Gilbert** et **Fournier** relatent leurs recherches sur le rôle des microbes dans la genèse des calculs biliaires. — MM. **Déjerine** et **Thomas** ont recherché la limite inférieure des faisceaux pyramidaux dans les autopsies de malades présentant des dégénérescences descendantes. — M. **Richet** établit que l'oxygène est le principal facteur de l'énergie musculaire; la fatigue des muscles est indépendante de la circulation. — MM. **Mairet** et **Bosc** ont trouvé que la toxicité du sang des épileptiques, en général peu prononcée, est plus forte pendant les accès. — M. **Hoche** (de Nancy) envoie une note relative à l'influence de la saignée sur la circulation lymphatique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Février 1896.

M. **Villard** a étudié *les effets de mirage et les différences de densité qu'on observe dans les tubes de Natterer.* L'expérience classique de la disparition du ménisque dans les tubes de Natterer est en contradiction avec ce qu'on déduirait de la considération du réseau d'isothermes de Van der Waals. En chauffant à volume constant, on devrait voir le liquide disparaître totalement ou occuper le volume complet du tube, suivant que ce volume est supérieur ou inférieur au volume critique de la masse qu'il renferme. On ne devrait observer la persistance simultanée du liquide et de la vapeur que pour une quantité de matière bien déterminée, et, par suite, impossible à réaliser pratiquement. En réalité, comme l'a remarqué M. Gouy, la compressibilité devient infinie au voisinage de l'état critique, et il est nécessaire de tenir compte de la variation très rapide de densité qui se produit d'un bout à l'autre du tube; on peut observer le *niveau critique* dans des tubes contenant des quantités de matières qui peuvent varier jusqu'à 7 %. Mais cette remarque ne suffit pas à expliquer pourquoi, dans les tubes de Natterer du commerce, qui sont remplis sans aucune précaution, on voit presque toujours le liquide et la vapeur persister simultanément jusqu'à la disparition du ménisque. M. Gouy a observé que l'état réalisé dans l'expérience ordinaire est très différent de l'*état final* qu'on obtient en maintenant pendant très longtemps le tube dans un bain à température constante, après agitation. M. Villard a étudié directement la distribution des températures dans un tube de Natterer de 8 millimètres de diamètre, dans l'axe duquel sont soudés deux thermomètres dont le réservoir est à l'intérieur du tube; le corps employé est de l'éthylène très pur, préparé par l'alcool et l'anhydride borique, qui bout à —80° sans laisser aucun résidu; le point critique est voisin de 10°. On remplit à une température un peu plus élevée, et on plonge l'appareil dans la glace fondante; puis, quand les deux thermomètres ont pris la même température, on le transporte dans un bain d'eau de 12 litres maintenu à la température constante de 12°; on voit alors se produire la disparition du ménisque dans les conditions ordinaires, mais on constate que la température du thermomètre supérieur, qui est plongé dans la vapeur, croît d'abord beaucoup plus rapidement que celle du thermomètre inférieur; l'écart atteint 1° au bout d'un quart d'heure, puis redevient nul au bout d'une demi-heure; dans l'air l'égalité n'est atteinte qu'au bout de plusieurs heures et la différence peut aller jusqu'à 3°. Pendant tout ce temps le liquide se vaporise avec une extrême lenteur; on peut par ce procédé obtenir la disparition du ménisque en un point arbitrairement choisi du tube. Quand ce résultat est obtenu, le fluide est loin d'être homogène, l'examen du tube montre l'existence d'une couche de tran-

sition dans laquelle la densité est rapidement variable; il en est de même de la température. Si l'on traçait sur le plan des *pv* le lieu des points qui représentent les divers états du fluide depuis le bas jusqu'en haut du tube, on aurait une courbe qui comprendrait un segment de l'isotherme critique, au-dessus du point critique, une partie presque parallèle à l'axe des *v*, et qui se raccorderait à une isotherme voisine. En inclinant le tube, on diminue l'épaisseur de la couche intermédiaire et on la rend plus nette; M. Villard répète l'expérience avec un tube maintenu préalablement à la température de 12°, c'est-à-dire à 2° au-dessus de la température critique, et dont il échauffe l'extrémité supérieure avec la main; les parois semblent se briser vers le milieu, et le phénomène est de plus en plus net à mesure qu'on incline le tube; enfin les apparences deviennent très semblables à celles que présenterait un tube contenant deux fluides véritablement séparés; on voit des stries qui sembleraient indiquer l'existence d'un liquide au fond du tube. En réalité, les effets de mirage, les différences de densité, les négalités de condensation se produisent et cessent en même temps que la différence de température entre les deux parties du tube, même avec des gaz très purs; le calcul montre que, quand la température est parfaitement uniforme, la variation d'indice qui résulte de la grande compressibilité au voisinage du niveau critique est trop faible pour donner lieu à des effets appréciables. Les phénomènes s'observent avec une facilité particulière *au-dessus* de la température et de la pression critiques (c'est dans ces conditions qu'Andrews avait observé les stries). Tous les faits s'expliquent ainsi sans qu'on ait à admettre aucune autre hypothèse que celle de la continuité de l'état gazeux et de l'état liquide, émise par Andrews. En terminant, M. Villard annonce qu'il a pu, comme il l'avait fait prévoir récemment, arriver, avec la collaboration de M. **Jarry**, à liquéfier l'oxygène à l'aide du froid produit par l'évaporation de la neige carbonique dans un vide de 5 ou 6 millimètres de mercure. — M. Lamotte présente le planimètre de M. **Petersen**. L'appareil se compose d'une tige OA tournant autour d'un point fixe O et à l'extrémité de laquelle est articulée une tige BAC, dont l'extrémité B décrit le contour de l'aire à mesurer. En C, très près de A, passe une tige MN qui peut glisser entre des galets, perpendiculairement à BC; en M et N sont deux roues à bords très aigus qui ne permettent pas à la tige MN de se déplacer suivant sa longueur; elle ne peut que tourner ou avancer perpendiculairement à son axe. Lorsque B décrit le contour, MN suit son support C tant que le mouvement de celui ci n'a pas de composante perpendiculaire à BC; au contraire, dans ces mouvements MN reste immobile sur le papier et se déplace par conséquent sur son support. Quand le contour se ferme, les points ABC reprennent les mêmes positions, mais MN qui a repris la même direction, s'est déplacée, dans cette direction, d'une certaine quantité. C'est cette longueur qui mesure l'aire enveloppée par le contour, si ce contour ne renferme pas le point O et si MN dans son mouvement n'a pas décrit un tour complet.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 Février 1896.

M. **Moureu**, en réduisant le nitro-dérivé correspondant, a préparé la vératrylamine :

$$C^6H^3\begin{cases} -AzH^2 & (1) \\ -OCH^3 & (3) \\ -OCH^3 & (4) \end{cases}$$

C'est une base fondant à 85°-86°, soluble dans l'eau. Par diazotation en présence de cyanure cuivreux, on passe au nitrile et à l'acide vératrique dont la constitution est connue; cette réaction permet d'en déduire celle de la base. En diazotant en présence de poudre de cuivre et d'acide bromhydrique, on obtient le bromovératrol :

$$C^6H^3\begin{cases} -Br & (1) \\ -OCH^3 & (3) \\ -OCH^3 & (4) \end{cases}$$

liquide huileux distilant à 250°-254°. — M. **Urbain** a étudié les acétylacétonates des terres rares. L'acétylacétonate de thorium est soluble dans l'eau, l'alcool, le chloroforme, l'éther; il fond à 165° et se sublime dans le vide. La détermination du poids moléculaire de ce corps par la méthode cryoscopique, en employant comme dissolvant le bromure d'éthylène, donne comme résultat 630, ce qui conduit à attribuer au corps la formule :

$$Th(C^5H^7O^2)^4.$$

M. **Urbain** croit que la recoloration par les aldéhydes de la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux est due à la formation d'une matière colorante, par condensation du groupe aldéhydique avec la fonction amine. La recoloration est, en effet, la même, si la fuchsine a été décolorée avec l'acide chlorhydrique, et, de plus, la teinte est variable avec les différentes aldéhydes. — M. **Lachaud** a reconnu que le noir animal, au point de vue de l'absorption des produits colorants et autres, se conduit comme la terre végétale, les carbonates alcalino-terreux, l'alumine, etc. — M. **Maumené** applique sa théorie générale aux bisulfites d'aldéhyde et au fluobromure de molybdène. — La fermentation du xylose, à l'aide du pneumobacille de Friedländer, a donné à M. **Grimbert** de l'alcool éthylique, de l'acide acétique et de l'acide succinique. Celle de l'arabinose, dans les mêmes conditions, donne de l'acide acétique et de l'acide lactique gauche. Avec un bactérium coli, M. Grimbert a obtenu de l'acide succinique avec la lactose, et de l'acide lactique gauche avec la glucose. — M. **Rosenstiel** adresse une note relative à quelques réactions propres aux fuchsines et aux carbinols amidés. Dans cette note l'auteur discute les idées émises par M. Prudhomme sur les mêmes questions. — MM. **Dupont** et **Charabot** ont réussi à extraire de l'huile d'olives de provenance certaine, une matière sulfurée analogue à celle que fournit l'huile de coton. Cette substance est entraînée par la vapeur d'eau. L'eau ayant distillé est légèrement trouble et cède à l'éther un produit huileux, d'odeur désagréable, qui, par oxydation, donne de l'acide sulfurique. Donc, l'huile d'olives, comme celle de coton, renferme une matière sulfurée, et la réaction au nitrate d'argent dans l'analyse de l'huile d'olives est de peu d'importance. — Il a été déposé, en outre, une note de M. **Secrétant** sur l'action du perchlorure de phosphore sur l'hydroquinone et sur la résorcine, et une note de M. **G. Perrier** sur la propylnaphtylcétone.

E. Charon.

SECTION DE NANCY

Séance du 19 Février 1896.

M. **Haller** communique ses recherches sur la transformation de l'*acide camphorique droit* en *camphre droit*. Il chauffe en tube scellé du campholide à 230-240° avec la quantité théorique de cyanure de potassium pur. Il se forme, dans ces conditions, du cyanocampholate de potassium :

$$C^8H^{14}\begin{cases} CH^2 \\ CO \end{cases}O + CAzK = C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ COOK \end{cases}$$

Ce cyanocampholate, chauffé pendant quelques heures avec une solution à 30 °/₀ de potasse caustique, donne naissance à l'homocamphorate de potassium :

$$C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ COOK \end{cases} + KHO + H^2O = C^8H^{14}\begin{cases} CH^2COOK \\ COOK \end{cases} + AzH^3.$$

Par double décomposition avec l'acétate de plomb,

l'homocamphorate de potassium fournit de l'homocamphorate de plomb qui, calciné avec précaution, donne naissance à du camphre droit, comme l'a montré M. Haller dans sa conférence faite à la Société chimique de Paris, le 2 juin 1887:

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2-COO\\ \\ COO\end{matrix}\right\rangle Pb=PbO+CO^2+C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$$

Le camphre ainsi obtenu possède les propriétés du camphre droit ordinaire. — Dans ses recherches sur l'acétylcyanacétate d'éthyle, M. **Held** a obtenu, par l'action de l'ammoniaque sur cet éther, deux corps, l'un, l'éther amidoacétylcyanacétique :

$$\begin{matrix}CH^3-C=CH\\ |\\ AzH^2\end{matrix}\left\langle\begin{matrix}CH\\ \\ COOC^2H^5,\end{matrix}\right.$$

l'autre, dont il n'a pu encore déterminer la constitution répond à la formule $C^7H^6Az^2O^2$, dans lequel seule la présence d'un groupe CAz a été constatée. Ce dernier jouit de propriétés acides très prononcées et donne naissance à des combinaisons salines déjà étudiées. En traitant le dérivé sodé de ce corps par une dissolution d'iode dans l'iodure de potassium, on obtient, non pas un produit d'addition, mais un produit de substitution répondant à la formule $C^7H^5IAz^2O^2$, capable de fournir des combinaisons salines bien définies. Les sels d'argent, de sodium, de plomb, le sel ammoniacal ont été analysés. Tous ces composés sont très instables et perdent de l'iode à des températures peu élevées, variables avec chacun d'eux. Par ébullition avec l'eau, l'acide $C^7H^5Az^2O^2$ perd tout son iode et il se forme un nouveau dérivé, ayant encore des propriétés acides, mais moins accentuées. Il n'a pas encore été possible de le purifier suffisamment pour l'analyse. Par hydrogénation, le dérivé iodé régénère l'acide primitif $C^7H^6Az^2O^2$. Ce dernier paraît identique avec celui obtenu récemment par M. Guareschi (*Atti. d. Acad. di Turino* II, t. 46) en faisant agir l'ammoniaque sur un mélange d'éther acétylacétique et d'éther cyanacétique et sur lequel M. Held reviendra dans une prochaine communication. — MM. **Meslans** et **Girardet** ont repris l'étude des fluorures d'acides. Ils ont vérifié la généralité des procédés de formation de ce corps indiqués précédemment par M. Meslans. Ils décrivent le fluorure de propionyle et le fluorure de benzoyle, qu'ils ont obtenus avec des rendements presque théoriques en faisant réagir sur le fluorure de zinc les chlorures d'acides correspondants. Les fluorures d'acides sont plus stables que les chlorures en présence de l'eau. Ils réagissent plus vivement que ceux-ci sur le gaz ammoniac pour donner l'amide qui leur correspond. — M. **Güntz** indique quelques propriétés des métaux retirés de leurs amalgames à basse température. Il montre comment on peut expliquer leurs réactions si énergiques, en supposant que les métaux qui, d'après les expériences de Ramsay, sont à l'état atomique en dissolution dans le mercure, y restent quand le départ du mercure se fait à basse température. Ce fait présente une grande importance pour les réactions thermiques. — M. **Férée** prépare l'amalgame de molybdène par électrolyse d'une solution d'acide molybdique dans l'acide chlorhydrique. Il emploie pour cela l'appareil qui lui a servi pour obtenir l'amalgame de chrome, appareil composé d'une cloche à douille dans le fond de laquelle on a placé du mercure qui constitue le pôle négatif. L'anode est formée par une tige de platine. Comme pour le chrome, l'expérience ne réussit bien que dans certaines conditions. M. Férée n'a pu obtenir d'amalgame avec une électrode négative de 9$^{cm^2}$5 et 27 ampères, soit 2$^{cm^2}$84 par centimètre carré d'électrode. Au contraire, il a préparé une certaine quantité d'amalgame avec un courant de 5 ampères par centimètre carré. Les rendements sont loin d'être théoriques. Cet amalgame est très peu altérable à l'air, M. Férée espère en donner prochainement la formule. Distillé dans le vide, à 250°, il laisse un résidu noirâtre de molybdène, pyrophorique à froid. Le produit d'oxydation est également une poudre de même aspect dont la formule sera donnée prochainement. — En soumettant à des cristallisations successives du succinate de bornéol provenant d'un bornéol artificiel $\left(\begin{matrix}+\\ \alpha\end{matrix}\ \begin{matrix}-\\ \beta\end{matrix}\right)$[1], M. **Minguin** obtient des cristaux dont les points de fusion varient de +65° à +79° et les pouvoirs rotatoires correspondants de —1° à +35°. Ces résultats sont conformes à ceux de M. Haller [2]. Ce même succinate de bornéol, soumis à l'action de l'acide chromique, donne de l'eau et de l'acide carbonique. Le succinate de bornéol restant, saponifié, fournit du bornéol de pouvoir rotatoire +36°. Dans les mêmes conditions, un acétate de bornéol de pouvoir rotatoire sensiblement nul, fournit du bornéol de 35°. On n'a jamais pu isoler l'acétate d'oxyisocamphol de Schrötter [3]. Il résulte de ce qui précède que les éthers β sont plus solubles que les éthers α, que le point de fusion des éthers β est moins élevé que celui des éthers α, et que la vitesse d'oxydation β est plus grande que celle des éthers α. Faisons remarquer aussi que cette oxydation des éthers permet d'obtenir du bornéol droit stable exempt de bornéol instable. A. Haller.

CORRESPONDANCE

SUR LA FAUNE PRIMORDIALE

Au sujet de son récent article sur la faune primordiale, notre collaborateur et ami M. J. Bergeron nous écrit :

Je regrette vivement que mon article du 15 mars ait paru avant que mes corrections ne vous soient parvenues, car, outre quelques erreurs typographiques que je rectifiais, je faisais encore quelques modifications à ce que j'avais dit relativement aux Protozoaires du Précambrien de Bretagne. Quand j'ai écrit, il y a plusieurs mois, l'article tel que vous l'avez imprimé, j'étais encore sous le coup des découvertes toutes récentes de M. Cayeux. Mais, depuis, les paléontologistes compétents ont émis quelques doutes sur la valeur, comme organismes de ces soi-disant Protozoaires.

MM. Munier-Chalmas, Schlumberger et Douvillé, après un examen attentif des préparations de M. Cayeux, n'ont pas partagé sa manière de voir sur tous les points et, s'ils n'ont rien publié sur la question, c'est que, connaissant la façon consciencieuse dont M. Cayeux travaille, ils pensaient qu'il serait amené de lui-même à modifier ses premières opinions. Mais, à l'Etranger, les critiques n'ont pas tardé à paraître et l'excès d'ardeur qui avait entraîné notre jeune confrère un peu trop loin a été jugé avec moins de bienveillance qu'en France.

Quoi qu'il en soit des Protozoaires du Précambrien de Bretagne, les conclusions que j'ai émises, si elles sont moins générales que je ne pensais tout d'abord, n'en subsistent pas moins.

J. Bergeron.

[1] Deuxième supplément du *Dictionnaire* de Wurtz, p. 856.
[2] Deuxième supplément du *Dictionnaire* de Wurtz, p. 867.
[3] *Mon f. Chimie* 2.224.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

536,42

L'APPAREIL DU Dr HAMPSON

POUR LA LIQUÉFACTION DE L'AIR ET DES GAZ

On a souvent proposé d'abaisser la température d'un gaz comprimé en recourant au froid dû à la décompression d'une portion de ce gaz. Néanmoins, aucun avantage pratique n'a été obtenu par ce seul procédé, jusqu'à la publication — en octobre dernier — de la liquéfaction de l'air, par M. Linde. On s'aperçoit, maintenant, que Linde n'est pas le premier à avoir appliqué le principe avec succès. Le samedi 21 mars dernier, l'expérience en a été faite à l'usine d'oxygène de Brin, à Londres; il s'agissait de montrer la construction et le maniement d'un nouvel appareil inventé par le Dr William Hampson, un Anglais, qui avait pris un brevet le 23 mai 1895, plusieurs mois, par conséquent, avant que l'invention de Linde fût connue du public.

L'appareil de Hampson (fig. 1 et 2) se compose de trois spirales concentriques, formées chacune d'un tube de cuivre et contenues dans une boîte de métal. Ces spirales sont disposées de façon à être mises successivement en rapport l'une avec l'autre.

Le gaz oxygène, par exemple, arrive en A (fig. 1) à une pression de 120 atmosphères et entre en B dans la spirale extérieure, placée dans l'espace annulaire YZ; il en sort en C pour passer en D dans la seconde spirale qui s'enroule dans l'espace VX ; enfin, il sort en E pour entrer en F dans la spirale intérieure; cette dernière est entourée par un manchon de verre, dans lequel on a fait le vide, (manchon semblable à ceux décrits par Cailletet ou Dewar). Les deux spirales extérieures sont séparées par une division verticale de la boîte ; les spires de la spirale intérieure sont séparées par une feuille de cuivre plate enroulée en hélice (fig. 2.)

Le gaz arrive en G à l'extrémité de la spirale intérieure et s'échappe par un petit orifice d'une construction particulière (*h*, fig. 2); il est formé par le rapprochement de deux lames de couteau serrées l'une près de l'autre ; en les traversant, le gaz se trouve instantanément décomprimé. Le gaz, refroidi par la détente, traverse successivement les compartiments annulaires entourant les spirales, depuis H jusqu'en Q (fig. 1), et il sort en R, après avoir abaissé la température sur tout son chemin. Le gaz entrant est donc refroidi, pendant qu'il est encore sous pression; par conséquent, il est encore plus froid au moment de l'échappement. Il en résulte une réfrigération progressive, limitée seulement par la liquéfaction du gaz, en admettant que l'enveloppe contenant les spirales est, au moyen de substances non conductrices, mise à l'abri d'un apport de chaleur venant de l'extérieur.

L'appareil exposé mesure 70 centimètres de hauteur et 17,5 cent. de diamètre; lorsqu'il est refroidi jusqu'au degré suffisant, c'est-à-dire pendant environ une demie-heure, il donne de l'oxygène liquide, à raison de 7 centimètres cubes par quatre minutes environ.

Ni acide carbonique, ni oxyde nitreux, ni autre agent artificiel réfrigérant n'est employé, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'appareil.

Les expériences du Dr Hampson, répétées en

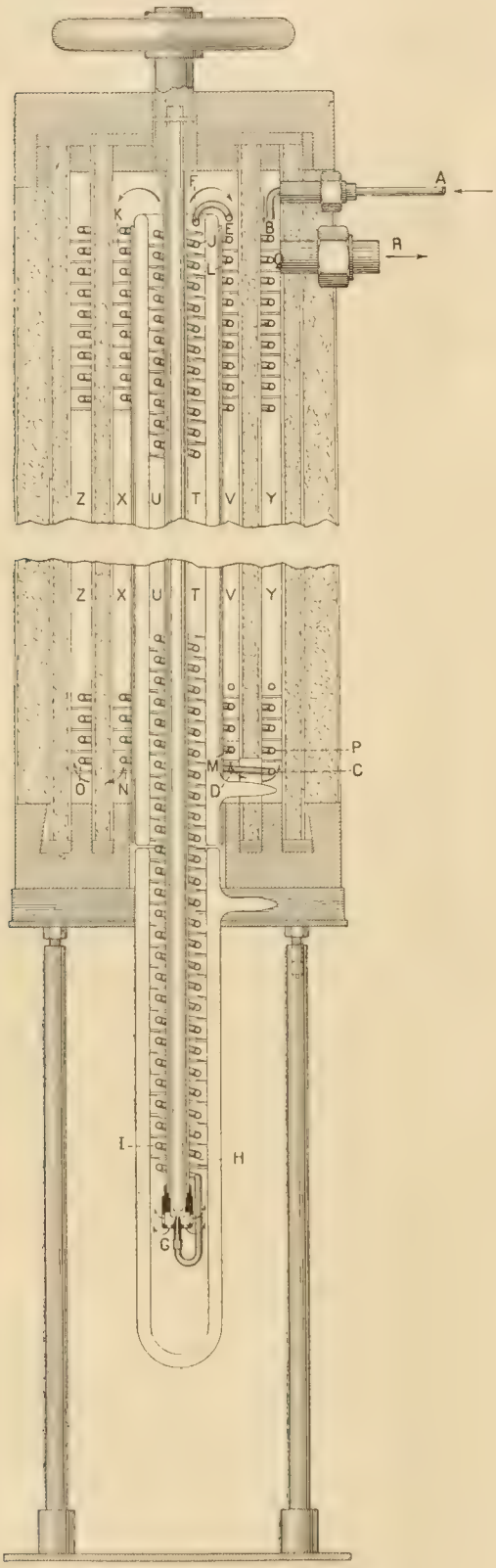


Fig. 1. — *Schéma de l'appareil du Dr Hampson.* — Le gaz, arrivant en A, entre en B dans la spirale extérieure ; il en sort en C pour passer en D dans la deuxième spirale ; enfin il sort en E pour entrer en F dans la spirale intérieure ; arrivé en G, il se détend, et s'échappe par les chambres H, I et suivantes, J, K, L et suivantes, M, N, O, P et suivantes, Q et le tuyau R.

présence d'un grand nombre de savants célèbres, sont les premières de ce genre faites en Angleterre : elles démontrent l'efficacité du procédé, la remarquable puissance réfrigérante de la seule détente du gaz, sans le concours d'une réfrigération artificielle étrangère.

Cette application ingénieuse d'un principe bien connu ne peut manquer de recevoir une impor-

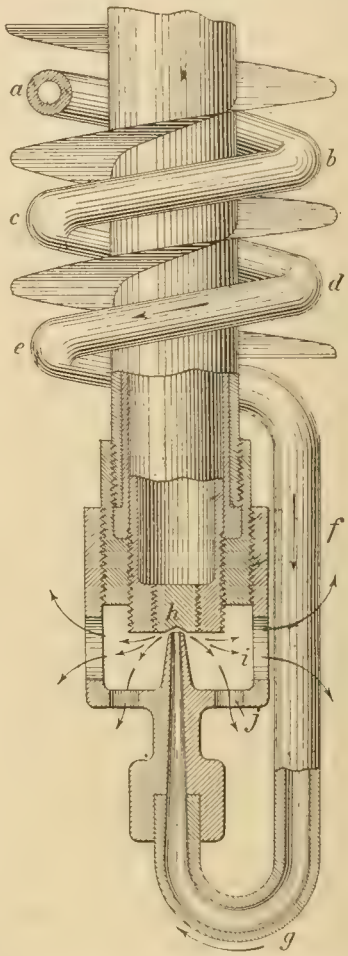


Fig. 2. — *Détails de la partie où se produit la détente.* (partie G de la figure 1). — Le gaz arrive par la spirale intérieure *a, b, c, d, e, f, g* et se détend en sortant de l'orifice *h ;* de là, il s'en va par les espaces annulaires *i, j.*

tante application dans les laboratoires. Les résultats obtenus sont, en effet, du plus haut intérêt scientifique. Parmi les applications les plus immédiatement réalisables, s'annonce comme imminente la liquéfaction de l'hydrogène, en quantité suffisante pour permettre l'étude, aujourd'hui incomplète, des propriétés physiques de cet élément à l'état liquide, peut-être à l'état solide. Il s'en suivra la possibilité d'arriver très près du zéro absolu, peut-être même de l'atteindre tout à fait, résultat sur l'importance duquel il serait superflu d'insister.

William A. Tilden,
De la Société Royale de Londres,
Professeur de Chimie
au Royal College of Sciences (Londres).

621,33

UN NOUVEAU MODE DE TRACTION ÉLECTRIQUE

LE TRAMWAY CLARET-VUILLEUMIER

Il est devenu banal de gémir sur l'insuffisance des moyens de locomotion dans Paris, notamment sur l'absence de tout tramway électrique actionné par une usine centrale, alors que ce système a pris tant de développement dans d'autres villes. Le charme va enfin être rompu : Paris va avoir son premier tramway électrique avec station centrale. Par décret du 4 avril 1895, la concession de la ligne Place de la République-Romainville (voir la carte de la fig. 1 a été accordée à M. Claret : les travaux sont en grande partie terminés, et l'inauguration ne peut se faire attendre longtemps.

Parmi les causes qui ont retardé l'essor de la traction électrique dans Paris se trouve la suivante. En dehors des accumulateurs, on ne peut employer que des voitures reliées à l'usine génératrice par deux conducteurs, ou même un plus grand nombre. L'un des conducteurs peut être constitué par les rails. L'autre conducteur doit être en l'air ou sous terre. Le conducteur aérien présente un coup d'œil des plus disgracieux, surtout aux croisements, bifurcations, courbes accentuées. On l'a qualifié avec juste raison de cage à poulet, toile d'araignée, etc. Il n'a pas été admis jusqu'ici dans Paris et ne doit pas l'être sous peine de défigurer les voies publiques. Le fil souterrain, avec contacts glissants se réunissant à la voiture mobile, a été employé plusieurs fois sous des formes diverses, et a fait ses preuves. Il a failli être adopté il y a trois ans, lors de la première conces-

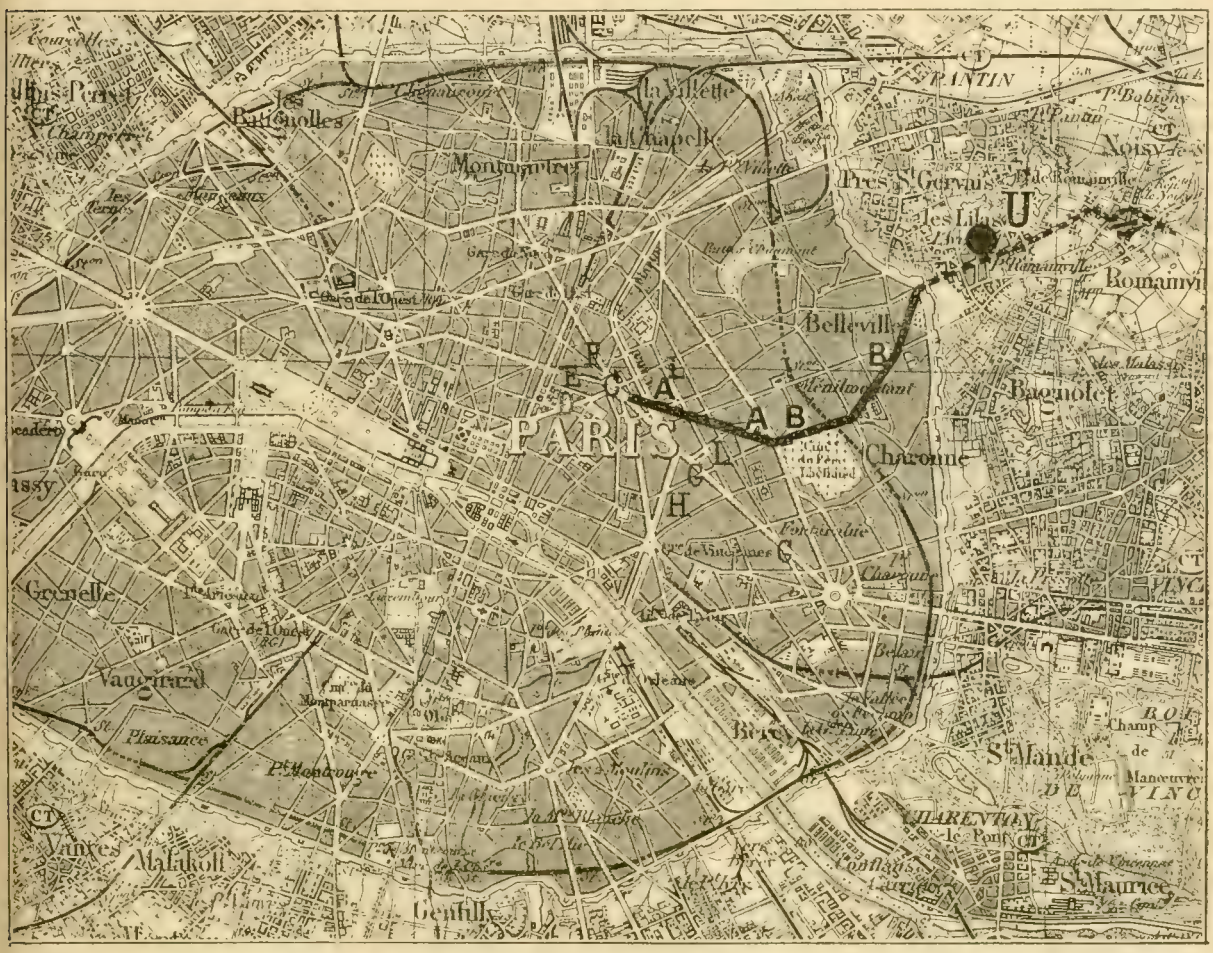


Fig. 1. — *Carte du tramway de Paris à Romainville, à l'échelle de* 1/80.000. — Le gros trait plein représente la double voie; le trait interrompu représente la simple voie avec garages. U, Usine génératrice; A, Avenue de la République; B, Avenue Gambetta; C, Place de la République; D, Rue de Turbigo; E, Grands Boulevards; F, Boulevard Magenta; G, Boulevard Voltaire; H, Boulevard Richard-Lenoir; I, Avenue Parmentier.

sion de la ligne de Paris à Romainville. C'est son prix de revient un peu élevé qui a contribué à en enrayer le développement. Des deux systèmes, fil aérien, fil souterrain, aucun n'est ainsi arrivé à s'implanter dans Paris.

Le système nouveau inventé par M. Vuilleumier, adopté par le concessionnaire M. Claret, ne comporte aucun fil aérien, aucun caniveau souterrain à visiter et à nettoyer couramment, aucun fil tout le long duquel il faille assurer le contact, aucune fente qui, malgré toutes les précautions, risque parfois de se fermer mal à propos et n'est jamais sans inconvénient pour la circulation générale. Au niveau de la chaussée, en outre des rails du tramway, lesquels sont d'un type quelconque, on ne voit affleurer que des pavés rectangulaires en métal, posés dans l'axe des voies, à $2^{m}50$ l'un de l'autre. Lorsqu'on peut les toucher, ils ne sont jamais électrisés. Ces pavés, qui s'useront moins vite que les pavés en pierre et surtout que les pavés en bois, seront un peu gênants pour la circulation générale, mais dans une mesure à peine sensible. La construction est peu coûteuse, un peu plus que celle du tramway à fil aérien, mais bien moins que celle du caniveau souterrain. Nous semblons rencontrer ici le tramway urbain idéal. Seulement...

Seulement, ce qu'on ne voit pas est terriblement compliqué. Nous avons souvent entendu définir le système Claret-Vuilleumier : *Des tas de courants qui passent, comme ils peuvent, dans des tas de fils.* C'est exactement l'impression que nous avons éprouvée quand, pour la première fois, nous l'avons examiné. Malgré sa complication, il a fonctionné à l'Exposition de Lyon pendant l'été de 1894, le long des quais du Rhône, et les résultats ont été, en somme, satisfaisants. D'une expérience de quelques mois pendant la belle saison, on peut tirer des présomptions favorables, mais non une certitude pour une exploitation de longue durée et par tous les temps. Plusieurs points d'interrogation se posent encore.

Sur l'avis d'une commission spéciale, le Ministre des Travaux publics, prenant en considération l'intérêt réel que présente ce système, en a autorisé l'exploitation ; mais, vu les doutes qui subsistent sur bien des points, il n'a été donné qu'une autorisation provisoire, valable pour deux ans, après quoi une décision définitive sera prise d'après les résultats de l'expérience.

L'essai de Lyon a suggéré bien des perfectionnements. Certains dispositifs, admissibles à Lyon pour quelques mois, ne l'étaient plus à Paris pour de longues années : aussi nous trouvons-nous en présence d'une nouvelle édition, revue et considérablement augmentée.

L'inventeur est plein de foi dans son système, et nous ne pouvons que lui souhaiter bon succès.

I. — Description théorique du système.

§ 1. — Disposition d'ensemble.

Les pôles de la dynamo-génératrice G (fig. 2) communiquent, l'un avec les rails, dont l'ensemble est représenté schématiquement en R, l'autre avec un câble isolé K. Ce câble communique avec des distributeurs espacés de 100 mètres environ, et dont deux D, D' sont représentés sur la figure.

Le distributeur comporte une couronne de vingt touches métalliques *a*-1-2 ... -18-19, et trois autres touches 0-*b*-20. Dans l'axe de la voie, affleurant à la surface du pavé, sont placés, à des distances de 2 m. 50 environ, des plots métalliques, reliés électriquement deux à deux par un fil isolé passant sous la chaussée, formant ainsi des paires de contacts numérotées 15-16-17, etc., sur la figure 2. La touche 0, les touches 1 à 19, et la touche 20 de chaque distributeur sont reliées électriquement, par des fils soigneusement isolés les uns des autres, aux paires de plots successives numérotées de 0 à 20. Mais les paires de plots 19 et 20 d'un distributeur sont les paires de plots 0 et 1 du distributeur suivant dans le sens du numérotage. Il y a en outre communication électrique entre les touches *a* et *b*.

Quatre frotteurs A, B, C, H, isolés électriquement, mais mécaniquement solidaires, peuvent se mouvoir autour de l'axe du distributeur.

Le frotteur A est relié en permanence, par un contact glissant E, au câble K et à l'un des pôles de la dynamo. Il peut être successivement en contact avec une des touches *a*-1-2... 18-19. Sa largeur est telle qu'il est toujours en contact au moins avec une touche et n'en quitte une qu'après avoir atteint la suivante.

Les frotteurs B et C peuvent arriver au contact des mêmes touches, mais sont moins larges. Un point Z de chaque distributeur est mis en communication permanente, par l'intermédiaire du rail, avec un des pôles de la génératrice. Grâce à un dispositif non représenté sur la figure 2 et sur lequel nous reviendrons plus loin, l'établissement d'un courant entre C et Z fait avancer d'un cran dans le sens du numérotage l'ensemble des frotteurs.

De même, un courant entre B et Z fait avancer d'un cran en sens inverse.

Le frotteur H peut venir au contact des touches 0-*b*-20. Ses dimensions sont telles qu'il peut établir une jonction électrique entre *b* et 0 ou entre *b* et 20, mais jamais entre les trois touches à la fois.

La voiture, représentée en V_1 et V_2, dans deux positions successives, porte un moteur relié d'une part aux roues et par là aux rails, d'autre part à un frotteur représenté en F_1, F_2, assez long pour

être toujours en contact avec au moins l'un des plots placés dans le pavé.

Supposons la voiture avançant dans le sens du numérotage et se trouvant dans la position V_1 F_1 en contact avec la seule paire de plots 16, le frotteur A étant de même en contact avec la touche 16. Il y a un circuit fermé passant par G, K, E, A, la touche 16, les plots 16, F_1, V_1, R, G. La voiture avance; le distributeur ne bouge pas tant que le frotteur n'atteint pas un des plots de la paire suivante, ainsi qu'il est représenté en F_2. A ce moment, en même temps que le courant principal qui passe par la touche et les plots 16, pour actionner la voiture, il se forme une dérivation entre les plots 16, le frotteur F_2, les plots et la touche 17, le frotteur C, le point Z et le rail. Comme nous l'avons dit, ce courant a pour effet de faire avancer le distributeur d'un cran et d'amener le frotteur A sur la touche 17. Aucun courant ne passe plus par la paire de plots 16, et rien n'est changé lorsque le frotteur abandonne complètement cette paire, restant en contact avec les seuls plots 17; nous nous trouvons dans une situation semblable à celle du début, voiture et distributeur ayant avancé l'un avec l'autre.

En cas de mouvement de la voiture dans l'autre sens, le mouvement inverse du distributeur serait obtenu avec le frotteur B.

L'arrivée du courant à la voiture se trouve ainsi assurée dans quelque sens qu'elle marche, et tous les plots sont isolés sauf la paire, ou les deux paires, en contact avec le frotteur.

Voyons maintenant comment s'opère le passage d'un distributeur à un autre.

Lorsque le frotteur, dans sa position analogue à F_2, aborde la paire de plots 19-0', on voit qu'il y a contact électrique suivant G,K,E,A, 18, 18, F^2, les plots 19-0', touche 0'. Mais là le circuit est interrompu, les frotteurs A',B',C',H', étant dans la position du repos, c'est-à-dire A' en contact avec *a'*. Le frotteur A passe de la touche 18 à la touche 19 et l'alimentation de la voiture se fait toujours par le distributeur D, la touche 19 et les plots 19-0'. Lorsque A est sur 19, H forme jonction entre 20 et *b*, par suite entre 20, *b*, *a*, et le frotteur C à ce moment arrive sur *a*.

Lorsque le frotteur F aborde la paire 20-1', il s'établit une double dérivation de courants entre ces plots et le rail, l'une par 20,H,*b*,*a*,C,Z, l'autre par la touche 1',C',Z'. Les deux distributeurs

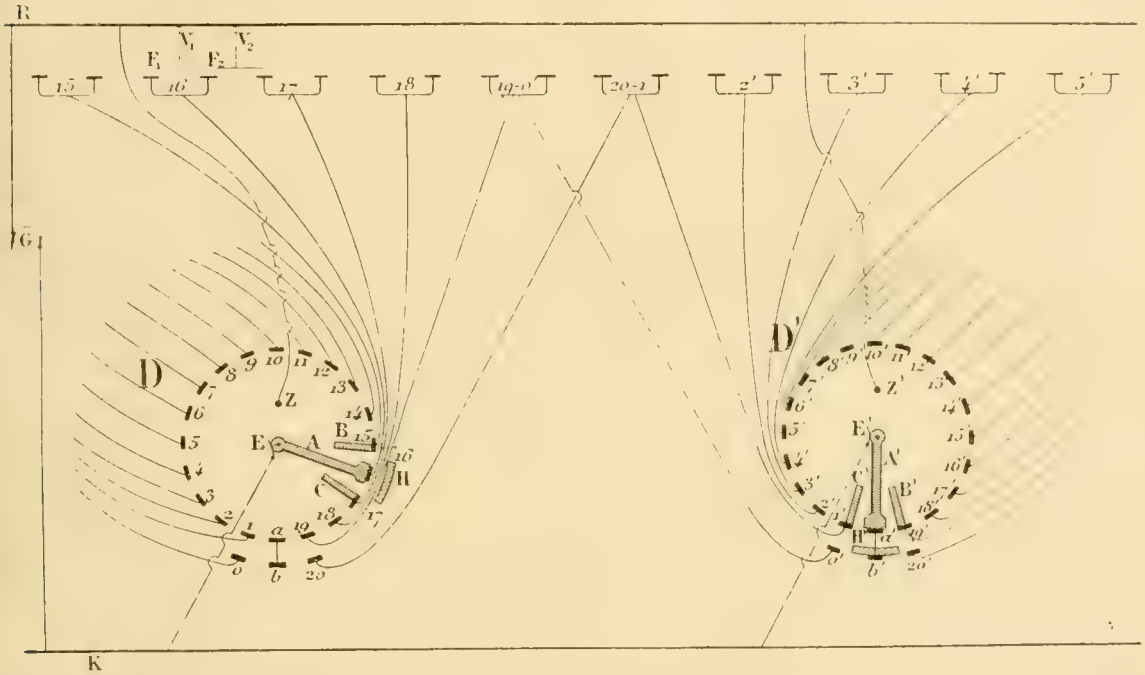


Fig. 2. — *Schéma de la distribution électrique au tramway.* — G, dynamo génératrice; K, câble isolé; D, D', distributeurs; A, B, C, H, frotteurs mobiles, mécaniquement solidaires, et isolés électriquement entre eux. — A, B, C peuvent venir au contact des touches fixes *a*-1-2..... 18-19; H peut venir au contact des touches fixes 0, *b*, 20; A est en communication permanente avec K par le contact glissant E; 15, 16, 17..... plots métalliques affleurant le pavé, réunis deux par deux entre eux et avec les touches des distributeurs par des fils isolés; 19-0', 20-1', paires de plots reliés à deux distributeurs. (Dans le distributeur D' les organes analogues à ceux du distributeur D sont désignés par les mêmes lettres ou chiffres avec accent.) — R, ensemble des rails; V_1, V_2, voiture représentée dans deux positions successives; F_1, F_2, frotteur de la voiture, représenté dans les deux positions correspondantes. — Pour éviter la confusion par la superposition de F_1 et F_2 on a légèrement relevé ce dernier. F_1 doit être supposé au contact avec les deux plots du couple 16, et F_2 au contact avec un plot du couple 16 et un plot du couple 17. — Les organes du distributeur D sont dans une des positions de fonctionnement, ceux du distributeur D' dans la position de repos.

avancent d'un cran. Celui de gauche arrive dans la position de repos telle qu'elle est représentée sur la figure 2 pour le distributeur D', et par suite n'envoie plus aucun courant à la voiture. Cette dernière reçoit alors le courant par le frotteur A', la touche 1' avec laquelle il est en contact, et les plots 20-1'.

En cas de mouvement inverse, il est facile de se représenter la transmission du courant inverse et le mouvement des distributeurs au moyen des frotteurs B' et B.

Ainsi l'alimentation de la voiture est assurée quel que soit le sens de la marche, et qu'on reste ou non sur la section d'un même distributeur. Lorsqu'une voiture quitte la section d'un distributeur, elle laisse ce dernier dans la position de repos. Pour que le système marche, il faut qu'en abordant la section d'un distributeur on trouve ce dernier dans cette même position de repos ; ce qui implique l'obligation de n'avoir jamais qu'une voiture dans la section d'un distributeur.

L'écartement des plots doit être tel que le frotteur F soit toujours en contact avec l'un d'eux au moins. La figure 2 indique la distance maxima compatible avec une dimension donnée au frotteur, mais, lorsque des circonstances spéciales le demandent, rien n'empêche de la diminuer beaucoup, et même, dans certains cas, de remplacer les paires de plots par un plot unique.

La figure 3 donne une vue d'ensemble, toujours schématique, mais cependant plus voisine de la réalité que la figure 2. On a accolé deux distributeurs, un pour chaque voie. C'est une disposition commode et généralement suivie, mais nullement obligatoire.

§ 2. Mise en mouvement du distributeur.

Le dispositif faisant avancer les frotteurs du distributeur a notablement varié. A Lyon c'était un moteur à poids déclenché électriquement. A Paris le premier projet comportait un moteur électrique déclenché électriquement. Le type finalement adopté est plus simple et indiqué dans la figure 4. Les mêmes lettres représentent les mêmes organes que sur la figure 2, mais avec des positions différentes pour plus de commodité. Les nombres 15, 16, 17, 18, indiquent quatre des vingt touches rangées en couronne.

Le frotteur A est en communication permanente avec un des pôles de la dynamo génératrice. Les frotteurs B et C sont en communication avec quatre touches fixes m_1, n_1, m_2, n_2, comme l'indique la figure. Ces liaisons entre les parties fixes et les parties mobiles ont lieu au moyen de contacts glissants non représentés sur la figure.

Sur l'axe de l'appareil peuvent tourner : — 1° une roue portant 20 dents et solidaire des frotteurs A, B, C ; — 2° une barre portant deux frotteurs métalliques isolés X_1, X_2, deux armatures en fer doux α_1, α_2, pouvant être attirées par les électro-aimants L_1, L_2 ; — 3° deux rochets indépendants l'un de l'autre et qui, en temps normal, sont écartés de la roue.

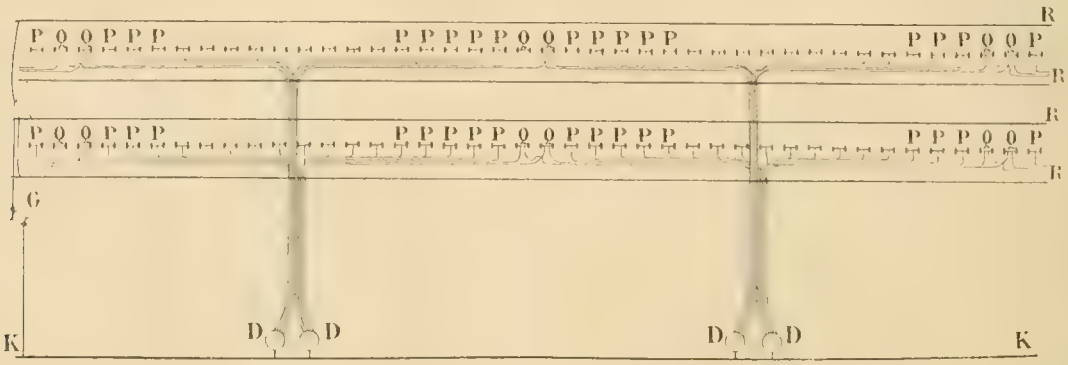


Fig. 3. — *Schéma donnant l'ensemble de la distribution électrique pour une portion de double voie.* — G, dynamo génératrice ; K, câble isolé ; D, D, D, D, distributeurs : R, R, R, R, rails ; P, P, paires de plots ordinaires, (15, 16, 17, 18, 2' 3'.. de la figure précédente) ; Q, Q, paires de plots réunis à deux distributeurs (19-0' et 20-1' de la figure précédente). — On doit supposer chaque paire de plots D ou Q réunie au distributeur par un fil isolé. Les dimensions de la figure n'ont pas permis de représenter distinctement tous les fils.

Le point Z, qui communique d'une part avec les rails et un pôle de la génératrice, communique avec les deux électros L_1, L_2, et de là avec les frotteurs X_1, X_2.

A l'état de repos il y a contact entre X_1 et m_1, entre X_2 et m_2. Suivant que la tige qui le porte sera déviée par l'un ou l'autre des électros, X_1 peut venir au contact de m_1 et n_1 à la fois, au contact de n_1 seul, ou hors de tout contact avec m_1 et n_1 De même pour X_2.

Soit les frotteurs A, B, C dans la position indiquée par la figure 4, n° 1, et le frotteur de la voiture en contact seulement avec la paire de plots n° 16 et par suite avec la touche 16. Les touches 15 et 17 sont isolées, et aucun courant ne peut traverser les

électros. La voiture avançant aborde la paire de plots 17, ce qui a pour effet d'établir la jonction électrique entre les touches 16 et 17, par l'intermédiaire des plots correspondants et du frotteur de la voiture. Cette jonction est figurée en abrégé par un trait pointillé entre les touches 16 et 17. La figure montre qu'un circuit est formé à travers l'électro L_1 qui, attirant α_1, fera tourner la tige

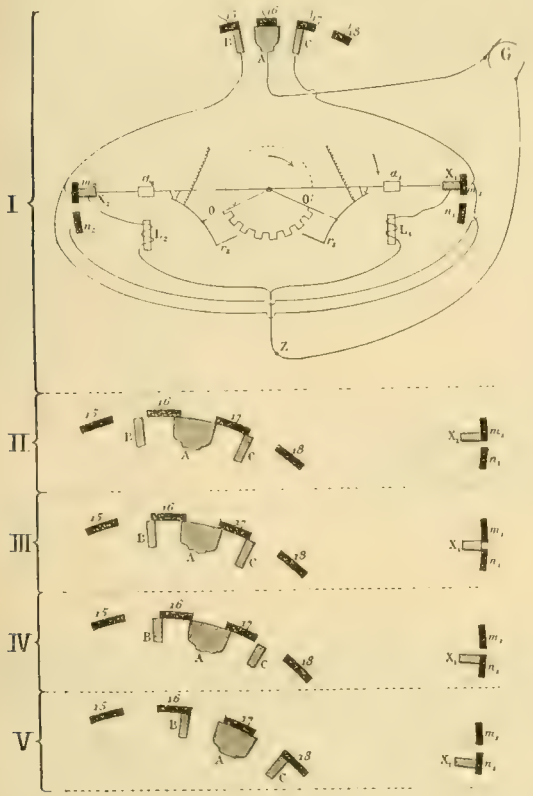


Fig. 4. — *Schéma du dispositif de mise en marche du distributeur.* — A, B, C, G, 15, 16, 17, 18, même signification que dans la figure 2; m_1, n_1, m_2, n_2,, contacts fixes, reliés aux frotteurs mobiles A, B, C par des contacts glissants non représentés ; L_1, L_2, électro-aimants ; α_1, α_2, leurs armatures; X_1, X_2, contacts mobiles en communication permanente avec la dynamo G par les fils des électros. Ils peuvent venir toucher les contacts m_1, n_1, m_2, n_2, par suite du mouvement de la tige $X_1\ \alpha_1\ \alpha_2\ X_2$ autour de son milieu. — Suivant que cette tige se meut dans un sens ou dans l'autre, elle pousse l'un des cliquets r_1 ou r_2, l'enfonce dans une dent de la roue dentée et fait avancer dans un sens ou dans l'autre cette roue ainsi que les frotteurs A, B, C, qui lui sont mécaniquement reliés. Les numéros II, III, IV, V représentent les organes mobiles dans leurs positions successives.

$X_1\ \alpha_1\ \alpha_2\ X_2$ dans le sens de la flèche. La tige venant buter contre le cliquet r_1, l'enfoncera dans une dent de la roue dentée, et, à partir de ce moment, l'attraction de L_1 fera tourner tout d'une pièce la tige $X_1\ \alpha_1\ \alpha_2\ X_2$, le cliquet r_1, la roue dentée et les frotteurs A, B, C. Ces derniers et le frotteur X_1 occuperont successivement les positions indiquées dans la figure 4 (Nos I, II, III, IV, V). Pendant tout ce temps, un courant envoyé par la génératrice passera à travers L_1 soit par

$$G - A - 16 - 17 - C - m_1 - X_1 - L_1 - Z - G,$$

soit par

$$G - A - 16 - B - n_1 - X_1 - L_1 - Z - G.$$

Avant que le frotteur B n'ait atteint la touche 16 le frotteur X_2 se sera éloigné de m_2 et n_2; L_2 ne sera donc actionné à aucun moment.

Les positions I, II, III, IV, V sont occupées successivement en moins d'une seconde, et la voiture, d'après ce qui est indiqué figure 2, reçoit ensuite son courant par la touche 17. Lorsqu'elle continue à avancer, le frotteur quitte définitivement le plot 16, le circuit qui passait par L_1 est rompu, L_1 cesse d'attirer l'armature et la tige $X_1\ \alpha_1\ \alpha_2\ X_2$ revient à sa position primitive N° I, ainsi que le cliquet r_1 mais la roue dentée et les organes liés avec elle conservent la position acquise. La voiture a passé d'une paire de plots à la suivante, et le distributeur se trouve en fin de compte dans une situation pareille à celle de la figure 4, N° I, mais avec une avance d'un cran pour les frotteurs A, B, C.

En cas de mouvement inverse de la voiture, le mouvement inverse du distributeur serait produit par l'électro L_2.

§ 3. — Traversée de voie.

La traversée de voie est ce qu'il y a de plus simple. On s'arrange pour placer un plot au centre

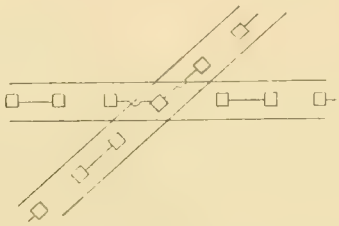


Fig. 5. — *Schéma d'un croisement de voie.* — Les longs traits indiquent les rails ; les carrés figurent les pavés métalliques reliés deux à deux. Le pavé correspondant au croisement est relié avec un des pavés voisins sur chaque voie.

de la croisée (fig. 5) ; on le considère comme faisant partie des deux lignes et l'on fait le groupement des plots deux par deux entre eux et avec les touches du distributeur en traitant chaque ligne comme si l'autre n'existait pas.

Lorsque le plot de croisement vient à être électrisé par le frotteur d'une voiture, il électrise la touche correspondante des distributeurs de l'une et l'autre ligne. Pour la ligne parcourue par la voiture, le frotteur B ou C (fig. 2) se trouve dans la position voulue et transmet le courant aux organes de mise en marche du distributeur. Pour l'autre ligne, à moins qu'une voiture n'arrive simultanément au point de croisement, le frotteur B ou C ne se trouve pas dans la position corres-

pondante, aucun courant ne sera transmis dans le distributeur et ce dernier ne bougera pas.

Il faut seulement éviter que le plot de croisement n'occupe sur l'une ou l'autre ligne la position limite 19-0' ou 20-1' (fig. 2).

§ 4. — Aiguillage.

Reportons-nous à la figure 2. Supposons qu'en suivant le sens du numérotage on prenne l'aiguille en pointe, c'est-à-dire qu'on aille du tronc commun vers les deux branches. Le distributeur D, les plots, jusqu'à la paire 19-0', et les fils de communication, jusqu'au fil de la touche 19, resteront ce qu'ils sont. Au contraire, on devra dédoubler le distributeur D', les plots depuis la paire 20-1' et les fils depuis celui de la touche 1'. Quant aux fils des touches 20 et 0', ils seront bifurqués, leur extrémité gauche restant unique et leur extrémité droite étant dédoublée. C'est ce que représente la figure 6; les paires de plots et les distributeurs réduits à leurs trois touches extrêmes sont indiqués par les mêmes désignations que sur la figure 2; les chiffres doublement accentués représentent le dédoublement des organes correspondants indiqués en chiffres simplement accentués. Entre les plots 19-0'-0" et les trois touches correspondantes la communication électrique est permanente; de même entre les plots 20-1' et la touche 1', et entre les plots 20-1" et la touche 1". Au contraire, la touche 20 ne peut communiquer qu'avec l'un ou l'autre des plots 20-1' ou 20-1", grâce à un commutateur, sorte d'aiguille électrique, Y.

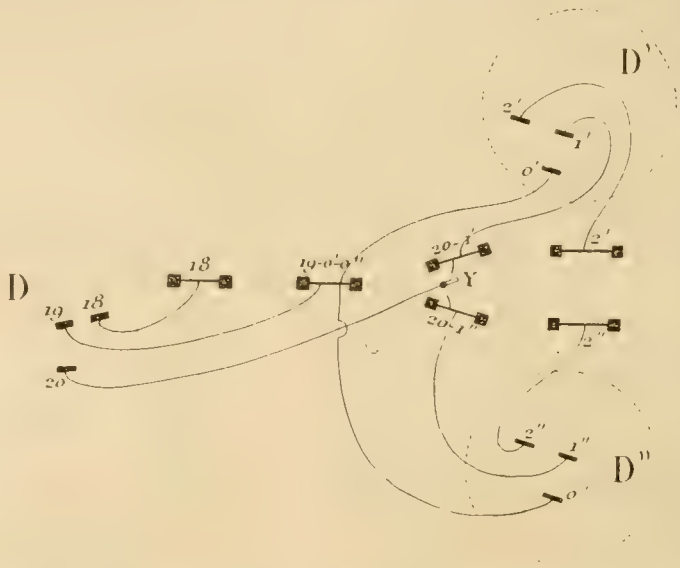


Fig. 6. — *Schéma d'un aiguillage.* — Les lettres et chiffres ont le même sens que dans la figure 2. Les lettres et chiffres doublement accentués indiquent le dédoublement des organes représentés par des lettres ou chiffres simplement accentués. On n'a représenté ni dynamo, ni rails, ni voitures, mais simplement des plots, distributeurs, et fils de communication réduits aux parties qui intéressent l'aiguillage. Y, commutateur joignant à volonté la touche 20 avec les plots 20-1', ou 20-1",

Soit une voiture prenant l'aiguille en pointe, marchant dans le sens du numérotage et suivant, par exemple, le chemin 18, 19-0'-0", 20-1", 2", et la communication établie par Y entre la touche 20 et les plots 20-1". Le frotteur de la voiture aborde les plots 19-0'-0"; nous avons vu que, malgré l'existence du fil allant à la touche 0' le distributeur D' ne bouge pas. De même le distributeur D". Le frotteur aborde les plots 20-1", et par la touche 1" met en mouvement le distributeur correspondant; grâce à l'interruption établie en Y du côté de 20-1', aucun courant ne pourra aller par la touche 1' attaquer l'autre distributeur. Le fil de la touche 20 remplit son office habituel pour ramener le distributeur D à la position de repos.

Soit une voiture prenant l'aiguille en talon et suivant le chemin 2', 20-1', 19-0'-0", 18. Le frotteur de la voiture arrive sur 20-1'. Dans quelque sens que soit faite l'aiguille Y, aucun courant ne peut passer de 20-1' en 20-1" pour manœuvrer intempestivement D". De même, la touche 20 étant à ce moment isolée, aucun courant ne viendra manœuvrer le distributeur D, quelle que soit la direction de l'aiguille Y. Le frotteur arrive en 19-0'-0". Par les touches 19 et 0', les distributeurs D et D' sont actionnés, D pour son premier, D' pour son dernier mouvement, D partant de la position de repos et D' y revenant. Quant à D", bien que la touche 0" soit en communication électrique permanente avec 19-0'-0", il ne peut être actionné, ne se trouvant pas dans la position voulue. La chose ne serait possible que si D' et D" se trouvaient dans la même position, c'est-à-dire si deux voitures, marchant de front sur les deux voies parallèles, venaient simultanément prendre l'aiguille en talon.

Nous avons vu que la position de l'aiguille Y n'a d'importance que pour la voiture prenant en pointe l'aiguille proprement dite. Dans la plupart des cas, la voiture venant en pointe prenant toujours la même direction, on peut laisser l'aiguille électrique habituellement fixée sur cette direction sans s'occuper des voitures venant en talon.

Tels sont les principes sur lesquels est basé le fonctionnement du tramway électrique Claret-Vuilleumier; nous allons maintenant en étudier la réalisation pratique.

Fig. 7. — *Vue du tramway en cours d'exécution.* — Le béton est fait, les rails posés, le pavage n'est pas encore fait. Les pavés métalliques seuls sont en place. On voit la canalisation longitudinale, les fils qui relient les pavés entre eux et avec cette canalisation. En pointillé les canalisations transversales qui passent sous le béton, et vont rejoindre la boite sous trottoir contenant deux distributeurs.

Fig. 9. — *Vue du tramway achevé.* — Il n'y a plus, comme organes visibles, que les rails, les pavés métalliques, et, sur la gauche les trappes des boites de distributeur.

II. — Détails de construction.

Les figures 7 et 8 (page 337) montrent la voie en construction et la voie achevée (Avenue de la République); les figures 9 et 10 représentent des coupes transversales de la voie.

Maintenant, nous allons suivre pas à pas le courant depuis son départ de l'usine jusqu'à son retour à cette même usine, en indiquant au fur et à mesure les divers détails de construction du système.

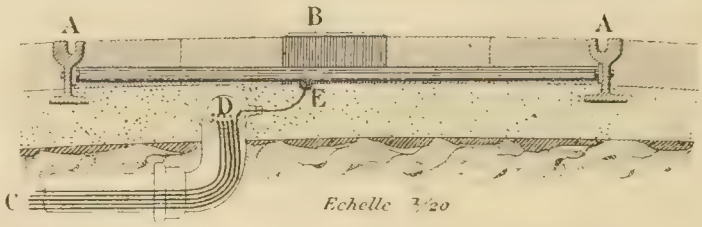


Fig. 9. — *Portion de coupe transversale de la voie à grande échelle.* — A A, rails; B, plot métallique; C, D, canalisations transversale et longitudinale contenant les fils de communication; E, fil de communication entre deux plots accouplés, noyé dans une rainure pratiquée dans le béton, et remplie de mastic isolant. Un fil part du fil E, rejoint les canalisations D, C et va par là au distributeur.

§ 1. — Génératrices.

Ces machines, conçues en vue d'alimenter une distribution en dérivation sous 500 volts avec courants continus, n'offrent aucune particularité tenant au système de tramway.

§ 2. — Câble principal.

C'est un câble armé, posé en tranchée sous trottoirs et en fourreau à la traversée des chaussés. Il est calculé en vue d'une densité de courant de 0,7 ampère par mm.² et baisse de potentiel de 20 volts environ à l'extrémité de la ligne; aucune particularité tenant au système de tramway.

§. 3. — Distributeur.

Nous donnons, figure 11, une vue du distributeur : c'est un bâti circulaire, ayant 0m,50 de diamètre. La légende jointe à la figure explique suffisamment le rôle des diverses parties. Pour ne pas trop compliquer le dessin, nous avons supposé que les fils de connexion avec les plots, les rails et le câble principal, n'étaient pas encore placés.

A l'état de repos, aucun des cliquets n'est en prise. On peut donc manœuvrer à la main les frotteurs mobiles, les amener dans la position voulue, soit au début, soit après un accident.

§ 4. — Logement du distributeur.

A Lyon, les distributeurs étaient logés dans des fosses sous trottoirs : ils ont eu quelque peu à souffrir de l'humidité; la visite n'était pas des plus commodes. A Paris, la première idée a été de les placer en élévation. On a vite renoncé à des édicules spéciaux plus ou moins analogues aux boîtes-bornes postales dernièrement établies, qui auraient encombré et enlaidi le trottoir. Nous avons cherché, de concert avec le concessionnaire, à loger les distributeurs dans le socle, soit de candélabres à gaz, soit de candélabres électriques; mais il a été impossible de trouver un modèle de socle à la fois gracieux et assez vaste pour les besoins. Nous nous sommes retournés vers les bancs des avenues et avons cherché à placer les appareils sous le siège. Comme modèle, on n'a pu arriver qu'à des sortes de cercueils d'aspect lamentable; de plus, on n'était pas absolument garanti contre la possibilité d'une brusque décharge à 500 volts de tension, éclatant sous le siège et surprenant les flâneurs paisiblement assis. Finalement, on est revenu à la fosse sous le sol. Mais à Paris, l'étan-

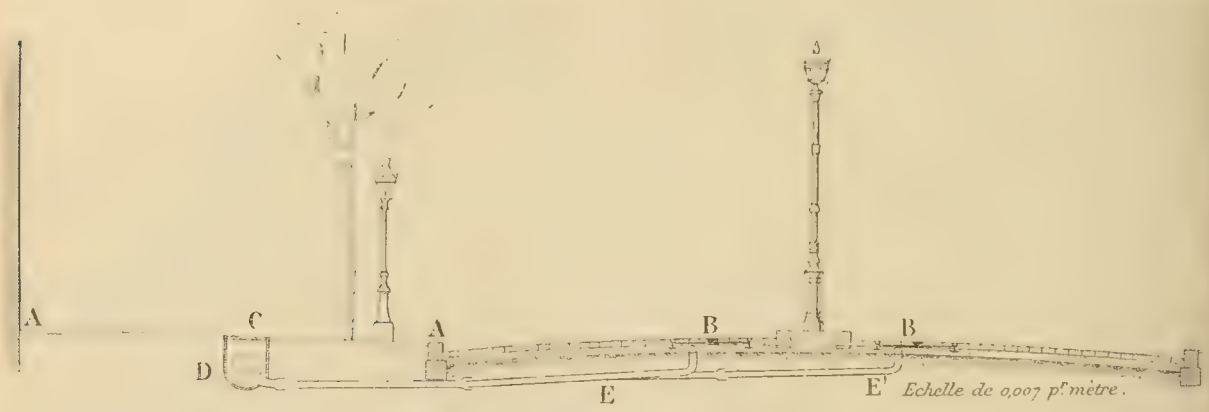


Fig. 10 — *Coupe transversale de la voie.* — A A, trottoir; B, B, plots métalliques dans l'axe de chaque voie; D, distributeur; C, boîte contenant deux distributeurs (un pour chaque voie); E, E' canalisations transversales (une pour chaque voie) partiellement superposées sur la figure, contenant les fils de communication entre les distributeurs et les plots.

chéité est assurée. Les distributeurs, groupés par deux, comme l'indique la figure 3, sont logés dans une caisse en fonte, fermée par deux trappes également en fonte, avec interposition d'un ruban de caoutchouc pour obturer complètement le joint.

Comme mesure de sécurité, on a adopté un dispositif qui rompt la communication entre le distributeur et le câble principal, avant qu'on ne puisse ouvrir les trappes et toucher ce distributeur. On garantit ainsi contre toute décharge les ouvriers qui auraient à visiter ou réparer cet appareil.

§ 5. — Canalisation entre le distributeur et les plots.

De chaque caisse, perpendiculairement au rail, partent deux canalisations en fonte côte à côte dans la même tranchée, une pour chaque distributeur. A l'intérieur de chaque voie, parallèlement au rail, court une canalisation longitudinale également en fonte; des tubulures en T relient cette canalisation aux canalisations transversales; des couvercles mobiles, boulonnés, avec joints de caoutchouc, permettent de manœuvrer les fils à l'intérieur. Au droit de chaque double plot, la canalisation présente un manchon spécial, avec couvercle mobile pour les visites ou les manœuvres, et tubulure permettant la sortie du fil. Des manchons à deux tubulures sont placés au droit des plots Q (fig. 3) qui doivent être reliés à deux distributeurs. Les figures 7, 9 et 10 montrent l'ensemble de la canalisation, la figure 12, le détail des tubulures de raccordement. Tous les joints de la canalisation sont obturés avec une bague de caoutchouc. Les tuyaux en fonte présentent beaucoup plus de solidité que le canal rectangulaire en bois projeté tout d'abord. Tant au point de vue du tramway lui-même, qu'au point de vue de la conservation de la chaussée, ils sont infiniment préférables. L'eau qui pourrait, d'une façon accidentelle, s'introduire dans les tuyaux, s'écoulera par la pente naturelle, jusqu'à la canalisation transversale la plus voisine, et de là dans les caisses des distributeurs où il sera facile de l'enlever.

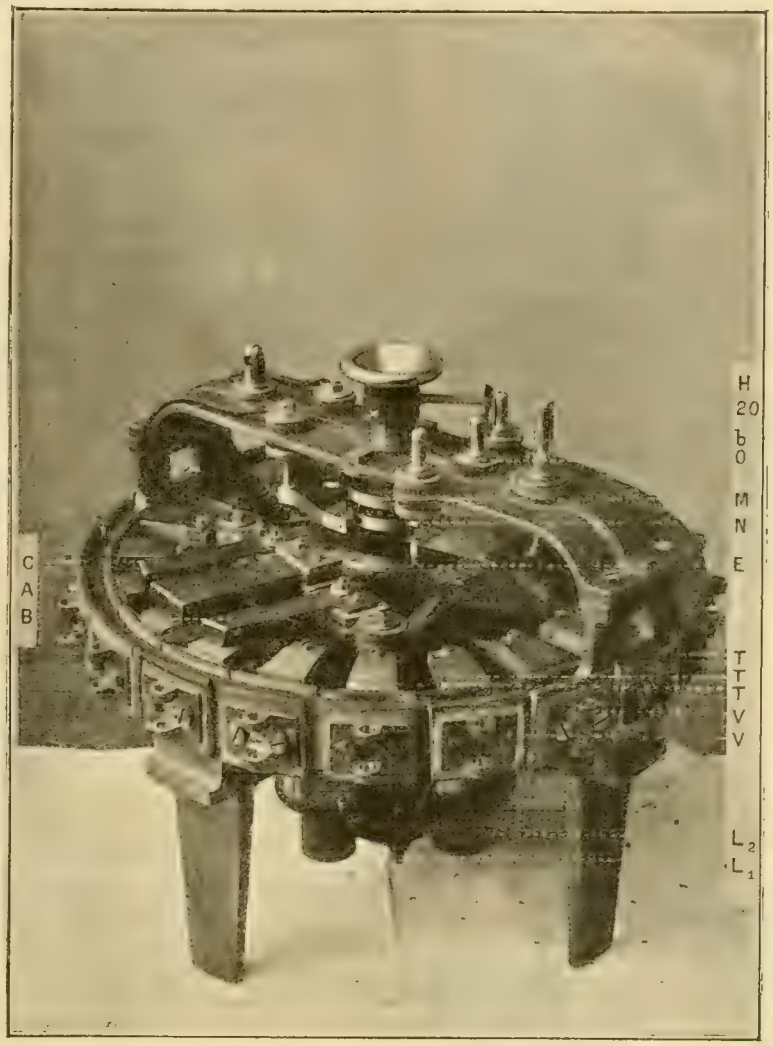


Fig. 11. — *Distributeur.* — (Diamètre : environ 0m,50). — A, B, C, E, H, O, *b*, 20, frotteurs et touches représentés par les mêmes désignations sur la figure 2 T, T, touches indiquées en *a*, 1, 2, ... 18, 19 sur la figure 2; V V, pièces métalliques communiquant chacune avec une des touches T et portant des trous où pourront s'insérer les fils de communication avec les plots métalliques placés sur la voie. M, N, contacts glissants assurant la jonction électrique des pièces mobiles B, C et des pièces fixes m_1, m_2, n_1, n_2 (fig. 4.)

Les fils réunissant les touches du distributeur aux doubles plots sont de simples fils de cuivre, isolés au caoutchouc et à la toile caoutchoutée, posés les uns à côté des autres dans les tuyaux de fonte. Leur diamètre, isolant compris, est de 8 millimètres. Ils sont logés au nombre de 20 dans les tuyaux transversaux et au nombre de 12 au plus dans les tuyaux longitudinaux. Ils y sont assez à l'aise pour qu'on puisse au besoin tirer et remplacer l'un d'eux. A la sortie de la tubulure (fig. 12), le joint est fait avec un bouchon de caoutchouc, analogue à ceux qui servent à fixer des tubes sur des flacons dans les laboratoires de chimie. Le joint est encore recouvert de toile caoutchoutée.

D'après la marche du système, chaque fil ne doit recevoir le courant que pendant quelques secondes, le temps pendant lequel la voiture reste en contact avec le même double plot. Aussi a-t-on admis une densité de courant très élevée, 7 ampères par millimètre carré.

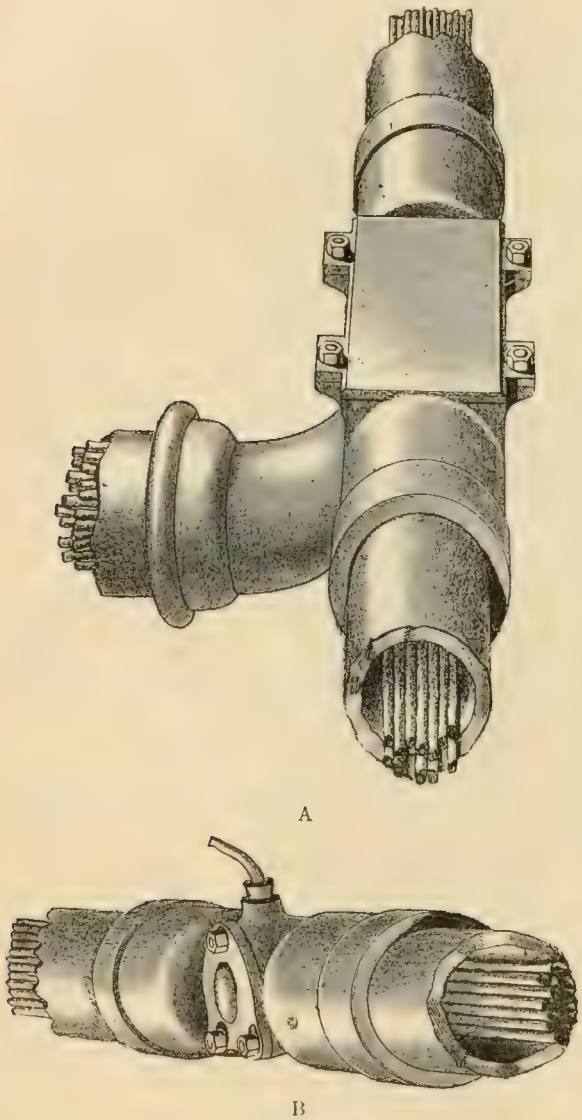


Fig. 12. — A. *Tubulure joignant les canalisations longitudinale et transversale.* — B. *Tubulure pour la sortie du fil allant de la canalisation à chaque paire de plots.*

§ 6. — **Plots de contact.**

A Lyon, on avait des plots continus de 3 mètres de long, séparés par des intervalles de même longueur. Cette disposition nécessitait sur une grande surface un isolement toujours difficile à obtenir et facilitait les pertes à la terre. De plus, elle était peu admissible sur une voie fréquentée. On sait quel inconvénient présentent les rails de tramway pour la circulation générale et le bon entretien des chaussées. Malgré tout, il faut s'y résigner; mais les plots allongés de Lyon présentaient sans nécessité absolue un inconvénient supplémentaire du même ordre. Aussi, à Paris, ne laisse-t-on affleurer au niveau du sol que les deux extrémités du plot,

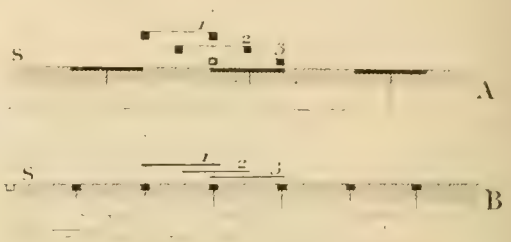


Fig. 13. — *A. Plots de Lyon.* — *B. Plots de Paris.* — S, surface du sol; 1-2-3, positions successives du frotteur de la voiture. Le frotteur se déplace horizontalement; pour éviter la confusion sur la figure, on l'a relevé de hauteurs différentes. En A, le frotteur est en contact électrique avec le ou les contacts fixes longs, au-dessus desquels se trouvent ses deux extrémités. En B, le frotteur est en contact électrique avec le ou les contacts courts au-dessus desquels il se trouve. En A, les contacts longs sont espacés d'une quantité égale à leur longueur et reliés au distributeur chacun par un fil spécial. En B, les contacts courts sont équidistants, reliés électriquement deux à deux comme il est indiqué sur la figure 2.

sous forme de deux pavés métalliques; la partie intermédiaire est un simple fil de cuivre placé sous le sol et réunissant les deux extrémités au

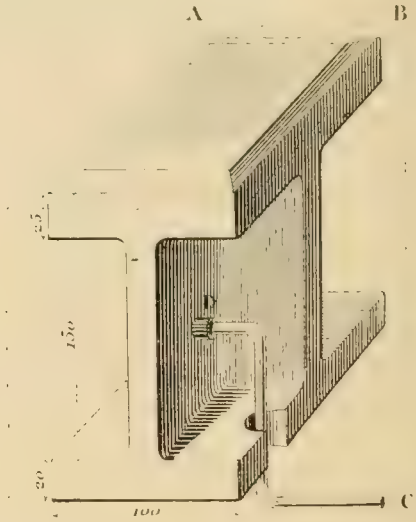


Fig. 14. — *Plot de contact.* — AB, direction des rails; D bague tronconique en cuivre servant à l'assemblage du plot avec le fil de cuivre C. L'autre extrémité de ce fil s'insère de même dans un autre plot; les plots sont réunis deux par deux. Sur ce fil de jonction vient se souder un autre fil qui réunit la paire de plots au distributeur (fig. 2 et 3). Le trait pointillé indique le massif isolant dans lequel est noyé le plot métallique. Les dimensions sont indiquées en millimètres.

point de vue électrique. Une transformation inverse a été opérée sur les frotteurs de la voiture. A Lyon, les frotteurs étaient réduits aux portions extrêmes; à Paris, ils sont continus. La forme des deux organes a été inversée; électriquement, le résultat est le même (fig. 13).

Chaque plot (fig. 14) est formé de deux parties planes horizontales réunies par deux nervures en croix. Il est facile de lui donner des dimensions concordant avec celles des pavés employés pour la chaussée. Les bords supérieurs sont chanfreinés de façon à donner au milieu de la face supérieure une saillie de 5 millimètres sur le reste du pavage et assurer un bon contact avec les frotteurs. Les pavés devaient être en acier fondu. Par suite de diverses circonstances, le concessionnaire a été amené à les faire en fonte. Espérons que les voitures lourdement chargées ne les briseront pas trop souvent.

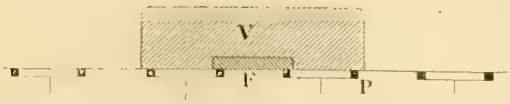


Fig. 15. — *Plots, frotteurs, voiture.* — Les carrés noirs indiquent les plots, groupés deux par deux. — F, frotteur; sa longueur est telle qu'il touche toujours soit un, soit deux plots. — V, caisse de la voiture; sa longueur est telle qu'elle recouvre toujours en entier la paire ou les paires de plots dont le frotteur F touche même un seul plot.

A la partie inférieure est fixé le fil de cuivre qui réunit les deux pavés conjugués. L'assemblage est fait sans soudure au moyen d'une bague tronconique en cuivre fortement chassée dans un trou fraîchement alésé.

Le fil est un simple fil nu; il est logé dans une rainure pratiquée dans le béton de fondation et remplie ensuite avec un mélange de brai et de bitume. Le même mélange est employé pour remplir les vides entre les nervures du pavé métallique et entourer ce dernier, par dessous et sur le côté, d'une couche isolante d'un centimètre d'épaisseur.

A Lyon, pour mieux assurer l'isolement, une bande de pavage en bois avait été établie autour des plots dans l'axe de chaque voie, laissant entre elle et les rails deux bandes de pavage en pierre. Une chaussée aussi bigarrée était inacceptable à Paris, et il fallait un revêtement uniforme, au moins dans toute la largeur occupée par la voie et l'entre-voie. Le constructeur a jugé inutile de s'imposer un type spécial de revêtement; les pavages existants soit en bois, soit en pierre, ont été maintenus et les pavés métalliques placés indifféremment dans l'un ou dans l'autre. Du reste, suivant les prescriptions du cahier des charges, la zone occupée par les voies est fondée en béton sous le pavage, soit en pierre ou en bois.

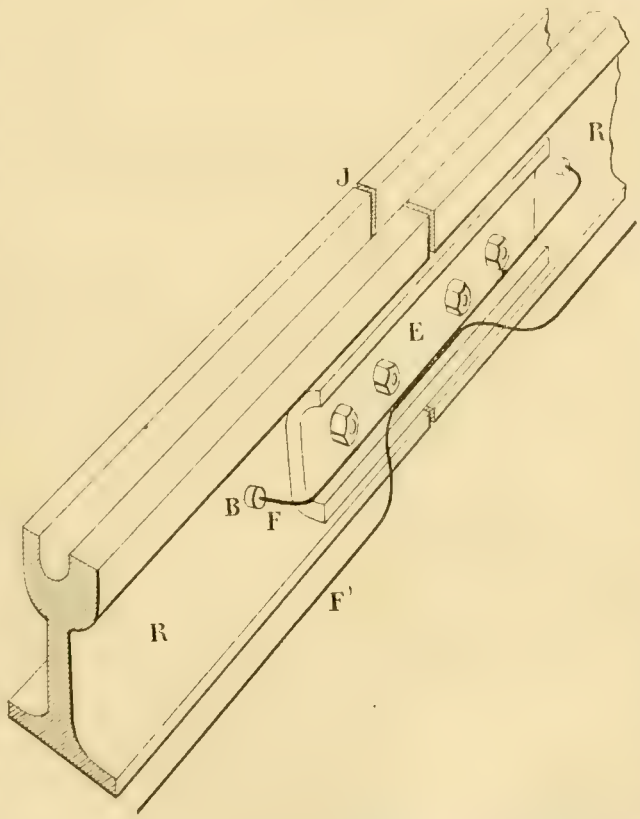


Fig. 16. — *Joint des rails.* — R,R, deux rails voisins; J, joint des rails; E, éclisse; F, fil de cuivre formant jonction électrique entre les deux rails; BB, bague tronconique en cuivre servant à assembler le fil F avec le rail; F, fil de cuivre courant tout le long de la voie et soudé au fil F.

§ 7. — Voitures.

Les moteurs et appareils servant à leur manœuvre ne présentent aucune particularité propre à ce système de tramway.

D'après la description générale du système, on a vu que les doubles plots sont normalement isolés, sauf ceux (au nombre de un au moins et deux au plus) qui sont en contact avec le frotteur. La figure 15 correspond au cas le plus défavorable, celui de deux doubles plots électrisés simultanément. Elle montre que, dans ce cas, tous les plots électrisés sont recouverts par la voiture, et, par conséquent, hors de l'atteinte des passants. Il suffit que la voiture ait une longueur quelque peu supérieure au triple de l'écartement de deux simples plots, le frotteur étant exactement au milieu de la caisse.

Le frotteur, comme nous l'avons déjà vu, est continu et a une longueur légèrement supérieure à l'écartement de deux plots. Il doit être assez souple pour pouvoir appuyer sur les plots malgré de légères irrégularités de la surface pavée.

La voiture porte enfin aux extrémités un contact de sûreté, frottant sur les plots, réuni électriquement aux roues, et par là aux rails. Supposons que, pour une cause quelconque, le distributeur ne fonctionne pas : sa manette ne suit pas le mouvement de la voiture et maintient indûment en communication avec le câble d'amenée le double plot que le frotteur vient d'abandonner. Le distribu-

teur ne pourra désormais plus avancer. La voiture seule avance, en vertu de la vitesse acquise; elle découvrirait un plot électrisé, et, par suite, dangereux. Mais, auparavant, le contact de sûreté passant sur ce plot établira un court-circuit entre le câble principal d'amenée et les rails, le courant atteindra une intensité anormale et fondra un plomb fusible disposé sur la canalisation, entre le câble principal et le distributeur. Le circuit interrompu, toute électrisation cessera sur les plots, et, par suite, tout danger. La voiture, ne recevant plus de courant, s'arrêtera au bout d'un instant, et le mécanicien sera ainsi averti qu'il faut visiter et remettre en état le distributeur. Des plombs fusibles de rechange, mis à la disposition du personnel des voitures, pourront être très vite posés à la place de celui qui aura été fondu.

§ 8. — Voie.

Au point de vue mécanique, la voie est absolument quelconque. Le concessionnaire a employé le type Broca; il eût pu en employer un autre.

Au point de vue électrique, la voie sert de conducteur de retour. Dans une ville comme Paris, il importe que la continuité soit parfaitement assurée, le retour du courant ne devant, sauf quelques pertes négligeables, se produire que par les rails et non par la terre sous peine d'endommager les conduites de gaz, d'eau, etc. Les rails d'une même file sont reliés par des éclisses, et ceux d'une même voie sont reliés transversalement par des entretoises, mais ces jonctions peuvent laisser à désirer au point de vue électrique à cause de l'oxydation des surfaces en contact. Aussi chaque paire d'éclisses (fig. 16) est doublée par un pont en fil de cuivre de 8 millimètres de diamètre réunissant les deux rails voisins et assemblé avec eux comme les plots de contact avec le fil de cuivre qui les unit deux à deux. Un fil de cuivre de même section suit l'un des rails intérieurs et est soudé avec un pont sur deux; il est réuni par un fil transversal avec 1/3 des ponts du rail intérieur de l'autre voie. En outre, au droit de chaque distributeur, un fil transversal posé en zigzag réunit les 4 files de rail (fig. 17). Dans la simple voie, les connexions sont analogues mais le nombre et la section des fils courant parallèlement aux rails sont augmentés et, à chaque joint de rail, il y a deux ponts en cuivre au lieu d'un.

Nous avons calculé la résistance d'une semblable voie dans diverses hypothèses : voie sans aucun fil parallèle aux rails, ne comportant comme cuivre que les ponts sur les éclisses et les jonctions transversales réunissant 1/3 des ponts entre eux; voie avec un plus ou moins grand nombre de fils parallèles au rail; voie avec les joints d'éclisse et d'entretoise parfaitement conducteurs; voie avec joints complètement défectueux, le courant ne passant de rail à rail que par les ponts en cuivre. Sans entrer dans le détail des calculs nous en donnerons les résultats principaux :

En ajoutant un fil parallèle courant le long des rails et ayant une section de 50 millimètres carrés, on ne diminue la résistance électrique que dans une proportion insensible (2 °/₀ environ).

En passant du cas des joints parfaitement conducteurs au cas des joints défectueux, la résistance se trouve presque doublée.

Dans le cas qui nous occupe, en admettant une intensité totale de 300 ampères débités par l'usine dans la direction de Paris, en admettant que les fuites de courant du rail dans le sol soient négligeables relativement au courant total, on trouve, entre l'usine et la place de la République, une différence de potentiel de $4^{v},0$ ou $7^{v},5$ suivant que les joints d'éclisses et d'entretoises sont bons ou mauvais conducteurs.

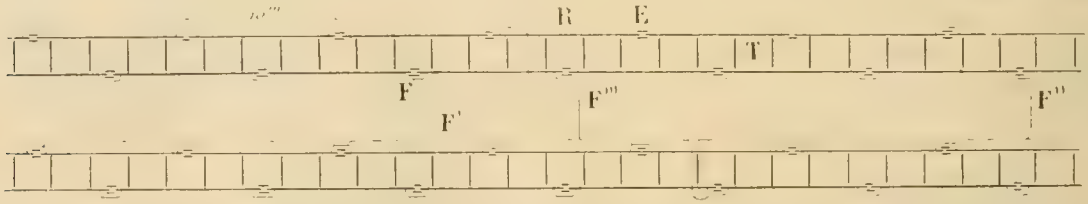


Fig. 17. — *Connexions électriques de l'ensemble de la voie.* — Les gros traits indiquent des pièces en acier entre lesquelles la connexion électrique est supposée imparfaite : R, rails; E, éclisses; T, entretoises. — Les traits fins indiquent les fils de cuivre. On admet une bonne connexion électrique soit entre eux soit entre l'un d'eux et le rail : F, fil joignant deux rails contigus; F', fil courant le long d'un rail et soudé à un certain nombre de fils F; F'', fil réunissant deux voies; F''', fil réunissant les quatre files de rails. Il existe en outre un fil joignant les rails à chaque distributeur (voir fig. 2 le fil aboutissant au point Z); ce fil est généralement lié au fil F'''.

III. — Critique du système.

Il est difficile de faire une critique *a priori* avant que l'expérience ait prononcé. Nous croyons cependant utile de présenter les observations suggérées par l'étude détaillée que nous avons été amené à faire de ce système. Il est bien entendu que nous parlons avant expérience et faisons, une fois pour toutes, les réserves que comporte cette circonstance. Les avantages sont dès main-

tenant visibles et certains; sur les défauts nous ne pouvons guère avoir que des craintes; il est bon néanmoins de les mettre en évidence aussi nettement que possible, en raison même de l'intérêt qui s'attache au système et des perfectionnements auxquels on pourrait être conduit. C'est ce que nous ferons au risque d'être accusé de zèle exagéré dans le rôle ingrat d'avocat du diable. Nous serons d'ailleurs heureux de voir l'expérience retoucher les parties de notre tableau qui seraient trop poussées au noir.

§ 1. — **Circulation générale; entretien de la chaussée; aspect des voies publiques.**

A tous ces points de vue, le système étudié nous paraît équivalent aux meilleurs des autres systèmes électriques, c'est-à-dire aux tramways à caniveau souterrain avec fente placée dans la gorge d'un des rails. Le bel aspect des voies publiques est absolument respecté; et la présence des plots, déjà posés depuis plusieurs mois, n'ajoute qu'un infiniment petit aux inconvénients qu'offre tout tramway soit pour l'entretien des chaussées, soit pour la circulation générale; elle nous paraît plus que compensée par l'absence de toute fente le long de la voie. Il faudrait seulement exiger que les plots avec leur enduit isolant aient exactement la largeur d'un pavé, ou, si c'est insuffisant, la largeur de deux pavés. Cette condition n'ayant pas été suffisamment bien observée, il en est résulté quelque gêne dans l'appareillage des chaussées.

Dans du pavage en bois posé directement sur béton, sans matelas de sable, il serait bon que le plot, y compris la couche isolante inférieure, ait même hauteur que le pavé. La trop grande hauteur donnée aux plots a obligé le constructeur à entailler le béton pour les encastrer; la dépense est augmentée et la solidité de la fondation diminuée, sans aucun avantage en compensation.

Peut-être les frotteurs de la voiture, suivant toujours la même piste, arriveront-ils à la longue, à scier le pavage. Il y aurait intérêt à pouvoir les déplacer latéralement de quelques centimètres, ce que la largeur des plots permet de faire.

§ 2. — **Effet des pertes de courant dans le sol.**

Elles sont dues à l'emploi du rail comme conducteur de retour et à l'imperfection inévitable de son isolement, et ne sont nullement spéciales à ce système de tramway, bien d'autres employant encore le retour par les rails. Mais, dans le système à trolley aérien ou souterrain, c'est chose relativement facile que d'employer deux conducteurs semblables, un pour l'aller, l'autre pour le retour du courant. Au prix d'une légère complication et d'une légère augmentation de dépense, on supprime tout courant dans les rails et tout danger d'électrolyse dans le sol. Avec le tramway que nous étudions ici, le retour par les rails, sans faire absolument partie inhérente du système, ne saurait être supprimé sans de fort grosses complications. Il faudrait une deuxième rangée de plots affleurant au niveau du pavé, de nouvelles canalisations pour les relier aux distributeurs; ceux-ci devraient présenter en double une bonne partie des organes du distributeur actuel. Tout cela n'est pas impossible, mais paraît pour le moment peu pratique et augmenterait notablement les dépenses; aussi devons-nous regarder le retour par les rails comme une conséquence pratiquement obligatoire du système.

Une première atténuation des effets nuisibles consisterait dans l'adoption du système dit à trois fils, le rail formant fil milieu. Si les voitures marchent à 500 volts, les génératrices devraient donner 1.000 volts et communiquer avec deux conducteurs isolés, l'un à + 500 volts, l'autre à — 500 volts; un pôle des dynamos motrices communiquerait pour une moitié des voitures avec le câble positif, pour l'autre moitié avec le câble négatif. Dans le cas extrême où les voitures absorberaient la même intensité de courant et seraient régulièrement intercalées, le rail ne recevrait que sur de faibles longueurs un courant au plus égal à celui qui traverse une voiture, au lieu de recevoir en chaque point un courant égal à la somme de ceux qui traversent les voitures depuis le point considéré jusqu'au terminus. Avec la double voie, il suffirait de brancher sur le câble positif les distributeurs de l'une des voies, sur le câble négatif ceux de l'autre. Avec la simple voie il serait plus difficile, mais non impossible, de diviser la ligne en tronçons alternativement branchés sur l'un ou l'autre câble. Dans tous les cas on aurait à doubler le conducteur isolé ainsi que la force électro-motrice totale de l'usine et à modifier le régime des machines.

Dans un autre ordre d'idées, on peut atténuer les dangers d'électrolyse sans modifier le type de distribution adopté pour le tramway de Romainville. Le rail ne serait plus en communication directe avec la dynamo. De cette dernière, partirait un conducteur isolé communiquant avec les rails et des points convenablement déterminés par des branchements de résistance convenablement calculée. Le rail serait mis à la terre en un point convenablement déterminé. Nous ne pouvons ici qu'indiquer la solution sans entrer dans le détail.

Dans tous les cas, lorsque les rails servent de conducteur de retour, il faut assurer leur bonne conductibilité et leur bon isolement par rapport aux conduites pouvant être endommagées.

L'isolement se trouve naturellement favorisé par l'éloignement entre les rails et les conduites. Les premiers sont posés dans le milieu de la chaussée, les secondes en général sous trottoirs, les conduites de gaz posées en tranchée, les conduites d'eau le plus souvent en égout. La fondation en béton sur laquelle repose la voie, le pavage en bois là où il en existe augmentent encore cet isolement. Il avait été question un moment de placer sous trottoir un fil de cuivre supplémentaire de 50 ou 100 millimètres de surface, relié aux rails de distance en distance. Cette mesure a été motivée par l'incertitude où l'on était sur la façon dont le premier fil de cuivre se comporterait au contact du mortier. Le constructeur songeait à le doubler par un autre fil placé simplement en terre et à l'abri des attaques du mortier, à supposer qu'il y ait là quelque danger de corrosion. Une pareille mesure aurait été mauvaise suivant nous et finalement on y a renoncé. Le fil aurait augmenté, dans une faible mesure (2 °/₀ environ), la conductance de la voie. Mais il mettait cette dernière en communication électrique avec des points du sol très rapprochés des conduites, et spécialement des conduites de gaz. Dans l'intervalle il n'y avait plus ni béton, ni pavage en pierre ou en bois, mais simplement de la terre humide; le danger de corrosion était fortement augmenté, à moins que le fil ne fût protégé mécaniquement et isolé électriquement, c'est-à-dire remplacé par un câble armé. La dépense eût été hors de proportion avec les bénéfices à espérer.

La conductance de la voie est assurée, comme nous avons vu plus haut, par un fil courant parallèlement aux rails, par des ponts en cuivre sur les joints d'éclisse et par quelques jonctions transversales entre les points des diverses files de rail. Dans le cas le plus défavorable, on arrive à une différence de potentiel de près de 8 volts entre l'usine et l'extrémité de la ligne. Avec des lignes plus longues, on dépasserait les limites admissibles. Le fil courant à côté des rails n'augmente pas sensiblement la conductance de l'ensemble. Pour qu'il ait un effet sensible, il faudrait que la section soit comparable à celle des rails. A conductance égale, le cuivre a une section sept fois plus faible que le fer, mais le prix par mètre courant diffère peu. Il est dès lors aussi avantageux d'augmenter la section des rails et de donner en même temps à la voie un supplément de résistance qui n'est jamais nuisible.

Par contre, toute l'attention doit se porter sur les joints électriques de rail à rail. Avec le système adopté, un pont a sensiblement la même résistance qu'un rail; prenons-la pour unité. Dans le cas défavorable où les jonctions fer contre fer sont absolument défectueuses au point de vue électrique, le courant doit franchir successivement, en série, la résistance du rail et celle du pont, soit au total une résistance égale à 2. Si la résistance du pont est réduite à 1/2, 1/3, 1/4, la résistance totale sera réduite à $1 + \frac{1}{2}$, $1 + \frac{1}{3}$, $1 + \frac{1}{4}$. Cette diminution peut s'obtenir sans grands frais en augmentant soit le nombre de ponts pour un même joint, soit la section du pont, en diminuant la longueur de ce pont entre les points d'attache sur le rail. Dans les parties en simple voie, où la conductance de la ligne est réduite de moitié, on a établi deux ponts à chaque joint de rail. C'est, à notre avis, dans cet ordre d'idées qu'il y a à chercher des perfectionnements.

Rappelons enfin que toute augmentation de voltage dans la distribution entraîne, à égalité d'énergie dépensée, une diminution du courant et par suite une diminution de la différence de potentiel entre deux points du rail. Elle ne peut donc que diminuer les dangers d'électrolyse dans le sol.

Nous avons à signaler le rôle spécial de la canalisation en fonte qui sert à loger les fils des plots, court parallèlement aux rails et se ramifie transversalement vers les distributeurs. Les tramways à trolley souterrain ou aérien n'offrent rien d'analogue. Malgré le goudron qui couvre les tuyaux et les anneaux de caoutchouc qui ferment les joints, la canalisation forme un conducteur plus ou moins parfait. Elle passe à très peu de distance sous les entretoises et, par elles, peut être en communication avec les rails. Suivant le cas, son rôle pourra être utile ou nuisible. Si l'isolement du rail est du même ordre de grandeur par rapport à la canalisation et par rapport aux points attaquables, conduites de gaz, etc., la canalisation fonctionnera comme un drain, captera les fuites de courant échappées du rail et protégera les points attaquables; sa section étant grande par rapport au courant qu'elle aura à débiter, le potentiel sera sensiblement nul sur toute la longueur. Au contraire, si le rail et la canalisation sont mal isolés l'un de l'autre, le potentiel sera sensiblement le même sur l'un et sur l'autre. L'augmentation de la section totale contribuera à l'abaisser, mais, par les branchements transversaux, ce potentiel sera transmis aux boîtes de distributeurs, c'est-à-dire en des points voisins des conduites attaquables et séparés d'elles seulement par une faible épaisseur de terre humide; les corrosions seront facilitées. Il est difficile de prédire entre ces deux effets contraires, lequel l'emportera. Tout ce que nous pouvons dire pour le moment, c'est que, dans des

cas semblables, il faut veiller au bon isolement de la canalisation par rapport aux entretoises et aux rails, isoler autant que possible les boîtes de distributeurs et les parties transversales de la canalisation par rapport à la partie longitudinale, assurer, au contraire, une bonne communication électrique entre les tuyaux posés longitudinalement dans la voie.

Pour ne rien omettre, nous devons encore signaler la possibilité d'un court-circuit entre les plots et les rails, soit par la chute d'un corps conducteur touchant l'un et l'autre, soit par suite de l'existence d'une épaisse couche de boue ou de neige salée. Il ne peut y avoir d'effet fâcheux que si le fait se produit au moment où le plot est lui-même électrisé, c'est-à-dire pendant des intervalles de temps très courts. Le courant supplémentaire qui pourrait être ainsi lancé dans les rails, est limité par le plomb fusible situé entre le distributeur et le câble d'amenée. Il pourra être égal, par exemple, à cinq fois le courant maximum que peuvent absorber les moteurs d'une voiture, mais ne sera jamais qu'une faible fraction du courant total maximum qui circule normalement dans les rails. L'élévation du potentiel dans ces derniers cas et, par suite, l'augmentation des risques de corrosion nous paraissent négligeables.

§ 3. — Fonctionnement du système.

Au point de vue de la marche régulière du tramway, nous n'avons aucune observation spéciale à présenter sur l'usine génératrice, sur les moteurs des voitures, sur les conducteurs d'amenée, sur le retour du courant par les rails. Les courts-circuits entre les plots et les rails paraissent devoir être trop rares et trop peu importants pour compromettre la marche du tramway.

En admettant que tous les mécanismes et contacts fonctionnent régulièrement, la marche régulière pourra être troublée si une voiture s'engage sur une section de voie (portion commandée par un même distributeur) occupée par une autre voiture. Elle ne trouvera pas les balais du distributeur dans la position de repos et, par suite, ne recevra pas de courant. Lorsque les balais reviendront à la position du repos, la voiture, en vertu de la vitesse acquise, aura dépassé les plots correspondants et ne recevra toujours pas de courant. Le block-système automatique, gage de sécurité pour les chemins de fer à grande vitesse, n'a pas ici d'utilité. Il n'augmente pas la gêne inhérente à la simple voie, mais ne peut que nuire à la facile exploitation d'un tramway à double voie et à départs fréquents. L'itinéraire théorique, qui comporte en chaque point de la ligne des passages régulièrement espacés, ne peut être suivi qu'à peu près, et il n'est pas rare de voir deux ou trois voitures se trouver immédiatement l'une devant l'autre, quoique parties à quelques minutes d'intervalle. Avec le système Claret, ces voitures devraient s'arrêter à 100 mètres l'une de l'autre. Il y a là, pour une exploitation intensive comme doit l'être celle d'un tramway parisien, une cause de gêne spéciale au système, et nécessitant l'attention du mécanicien. En cas de fausse manœuvre, celui-ci devra aller remettre les balais du distributeur sur la touche correspondant au plot sur lequel se trouve la voiture. Sur la ligne qui vient d'être construite, l'inconvénient paraît peu redoutable. Les besoins du public ne nécessiteront pas de départs trop fréquents, et la circulation générale n'est pas assez intense pour occasionner trop souvent des arrêts ou ralentissements du tramway. Mais nous aurions des craintes assez sérieuses, le jour où l'on voudrait établir ce système en plein cœur de Paris, sur des voies telles que la rue de Rivoli, le boulevard Sébastopol ou la rue de Turbigo. On a songé, pour ce cas, à réduire la longueur des sections et à augmenter le nombre des distributeurs. La construction serait plus coûteuse et plus compliquée. Néanmoins, pour les voies très fréquentées, nous conseillerions volontiers cette modification.

Le bon fonctionnement du tramway exige une marche absolument correcte des nombreux distributeurs échelonnés le long de la ligne. Avec une vitesse de 12 kilomètres à l'heure ou $3^{m}30$ par seconde, l'espace de 5 mètres séparant les parties correspondantes de deux doubles plots voisins sera franchi en 1″,5. Les mouvements du distributeur devront se succéder à des intervalles de temps de 1″,5. Un arrêt, un simple retard, un contact qui rate, interrompent la marche du tramway, et le mécanicien est, tout au moins, obligé de venir à la main rectifier la position du distributeur. A Lyon, le nombre d'interruptions dues à ce motif a été infime, mais les distributeurs n'ont été que quelques mois en service, et l'on n'est pas sûr de ce qui en adviendra après plusieurs années. En tout cas, on doit avoir en magasin quelques distributeurs de réserve, le plus près possible de la ligne, et, s'il survient une avarie, un distributeur peut être enlevé et remplacé en quelques minutes.

Du distributeur aux plots, nous avons des fils isolés au caoutchouc et posés les uns à côté des autres dans la conduite en fonte. Ils y sont assez au large pour qu'on puisse tirer facilement l'un d'entre eux, après avoir toutefois démonté le pavage au-dessous des tubulures pour ouvrir les petits regards. Ce sera toujours là une manœuvre peu commode; le remplacement ou la réparation

d'un fil interrompront le service pendant plusieurs heures. Les réparations seront-elles fréquentes? Comment se comporteront à la longue ces fils qui restent au contact de l'air et de l'humidité dans la conduite et qui ne seront jamais visités qu'en cas d'avarie ?

Entre la conduite et les plots, les conducteurs noyés dans le mastic isolant, pris lui-même dans le béton, sont complètement à l'abri de l'air et de l'humidité et paraissent plus en sûreté. Par contre, si une avarie se produit, elle sera plus longue à réparer, nécessitant le dépavage sur toute la longueur du conducteur.

L'assemblage des fils avec les plots, une fois bien exécuté et noyé dans le massif isolant, paraît à l'abri des accidents ; mais s'il s'en produit, les réparations seront encore longues et interrompront pendant plusieurs heures le service du tramway.

Le contact des plots avec les frotteurs de la voiture est un des points délicats, et ici, nous nous trouvons dans des conditions différentes de Lyon, tant par la forme des plots que par la nature du pavage qui les entoure, pierre ou bois tour à tour au lieu du bois exclusivement employé à Lyon. Le pavage en pierre donne une surface bien moins régulière, et les frotteurs de la voiture devront être particulièrement souples pour s'appliquer malgré tout sur des plots aussi étroits. La boue desséchée, les feuilles d'arbre, des morceaux de papier tombés sur le plot, etc., pourront faire manquer le contact. La voiture, en vertu de la vitesse acquise, continuera à avancer sans que le distributeur la suive; et, une fois arrêtée, ne pourra plus être remise en marche que si le mécanicien va à la main rectifier la position de ce distributeur.

En résumé, nous sommes exposés à deux sortes d'accidents pouvant troubler l'exploitation :

1° Arrêt ou ralentissement du distributeur, contact raté sur le distributeur ou sur les plots, arrivée d'une voiture sur une section déjà occupée. Tous ces menus incidents ne peuvent interrompre que la marche d'une voiture pendant quelques minutes. On peut éviter certains d'entre eux en visitant soigneusement le distributeur pendant les heures de nuit où le tramway est arrêté. Une avarie grave survenant à un distributeur n'aurait même pas de conséquences trop fâcheuses si l'on a à portée un distributeur de rechange.

2° Avarie aux fils de distribution entre le distributeur et les plots, destruction de l'isolant qui les sépare, mauvais contacts aux points de jonction. Aucune visite préalable ne permet de prévoir et prévenir de semblables avaries. Elles seront rares, mais interrompront complètement la circulation de toutes les voitures de tramway en ce point. La réparation, comportant dépavage et repavage, exigera plusieurs heures, sinon davantage.

§ 4. — Prix de revient.

Nous ne nous hasarderons pas à donner ici des chiffres. Que nous examinions la partie électrique seule ou l'ensemble de la ligne, bien des circonstances particulières ont contribué à modifier le prix de premier établissement, et ce prix, fût-il exactement connu, ne saurait servir d'exemple. Même après l'expérience de Lyon, nous sommes encore à un début, et, toutes choses égales d'ailleurs, pour une nouvelle ligne on n'aurait plus à constater les incertitudes, les tâtonnements inévitables pour la ligne de Romainville et se traduisant par une augmentation de dépense.

Enfin, quelle que soit l'expérience du constructeur, la situation de la chaussée sur laquelle il vient s'établir influe dans une large mesure sur le prix de revient, aussi bien pour la partie purement électrique que pour la voie proprement dite. Nous pouvons en donner un exemple.

Avenue Gambetta, on se trouvait sur du pavage en pierre, dans un état passable, simplement fondé sur sable. Le concessionnaire a pris à sa charge le dépavage, la fondation en béton, le repavage avec fourniture de quelques pavés neufs pour parer aux déchets ; mais, faisant son béton à neuf, il a pu, en le coulant, ménager le logement des canalisations en fonte. — Avenue de la République, le pavage en bois était fait avec sa fondation de béton. Les pavés en bois se prêtant mal à un réemploi, surtout dans une voie de tramway où la chaussée doit être particulièrement soignée, le concessionnaire a dû payer le dépavage et repavage en pavés neufs pour toute la zone occupée par les voies, sauf déduction de la valeur des vieux pavés estimés au 1/3 du prix du neuf. Il a profité de la fondation en béton, mais a dû l'entailler au pic pour y loger soit la canalisation en fonte, soit l'extrémité inférieure des rails, et cette main-d'œuvre est assez onéreuse. — Sur la même avenue, si le concessionnaire s'était présenté deux ans plus tôt, il se trouvait en présence d'un pavage provisoire en pierre, la Ville ayant décidé mais non encore exécuté le pavage en bois. Dans ces conditions, il bénéficiait des travaux que la Ville allait faire, pouvait ménager en coulant le béton tous les logements qui lui étaient nécessaires et n'avait à payer finalement qu'une légère plus-value, la différence de prix de revient entre la chaussée simple projetée par la Ville et la construction avec les sujétions spéciales dues au tramway et à ses accessoires. — Sur une chaussée empierrée ou grossièrement pavée, et où aucun travail d'amélioration ne serait

projeté, un tramway d'un type quelconque pourrait passer sans grosses modifications. Le tramway Claret exige au contraire une chaussée assez unie dont il devra payer entièrement les frais, sauf les subventions qui pourraient lui être gracieusement accordées en raison de l'amélioration des routes ou rues.

Pour les motifs que nous venons d'indiquer, et dont l'effet est bien plus sensible avec le type Claret qu'avec les autres types, il pourra y avoir dans le prix de construction des variations atteignant 80 francs par mètre courant de double voie.

Nous pouvons en résumé dire une seule chose, c'est que le prix doit s'approcher du prix d'un tramway à fil aérien de construction soignée tel que ceux du Havre, Marseille, etc., mais rester en dessus. Il doit être notablement inférieur au prix d'un tramway à conducteur souterrain.

Le rendement et les frais d'exploitation doivent être sensiblement les mêmes pour le tramway Claret-Vuilleumier que pour le tramway à conducteur aérien ou souterrain.

§ 5. — Résumé et conclusions.

Là où le tramway à fil aérien est admissible et où la question d'esthétique peut être mise de côté, le système Claret-Vuilleumier ne nous paraît pas un concurrent redoutable. Plus coûteux, difficile à établir surtout dans une chaussée empierrée ou grossièrement pavée, et plus sujet à interruption, il ne peut guère évincer son rival plus rustique. Mais rien n'empêcherait les deux systèmes de vivre en bonne intelligence, de s'alimenter à la même usine centrale, et de s'établir sur les deux tronçons d'une même ligne où les exigences ne seraient pas les mêmes. La même voiture avec le même moteur pourrait servir; il suffirait qu'elle fût munie de frotteurs de chaque type entrant en action à volonté.

Dans les villes importantes, les intransigeants, en fait d'esthétique, veulent bannir rigoureusement le fil aérien; nous sommes absolument de leur avis, notamment pour Paris qui, jusqu'ici, a fort sagement confiné sous terre toutes les canalisations électriques grandes ou petites, fils télégraphiques, téléphoniques ou câbles pour éclairage et transport de force. Nous nous trouvons donc en présence de deux systèmes : 1° le tramway Claret-Vuilleumier, 2° le tramway à caniveau fendu et fil souterrain. Ce dernier se présente sous bien des formes; certaines ont fait leurs preuves et se sont montrées tout à fait satisfaisantes tant au point de vue du tramway proprement dit qu'au point de vue de la circulation générale, entretien de la chaussée, etc. Le système nouveau qui vient leur faire concurrence nous paraît présenter les avantages ou désavantages suivants :

Equivalence au point de vue du coup d'œil ;

Equivalence comme rendement mécanique;

Equivalence comme facilité d'exploitation de l'usine centrale ;

Prix de revient moindre ;

Sujétion moindre comme entretien ; pas de caniveau à visiter régulièrement et à nettoyer ;

Interruptions et réparations plus fréquentes, ou au moins aussi fréquentes en admettant les résultats de l'expérience aussi favorables que possible.

Obligation à peu près absolue de conserver le retour par les rails, et par suite augmentation des chances de corrosion par électrolyse sur les conduites de gaz et autres ;

Supériorité au point de vue de la circulation générale et de la conservation de la chaussée par suite de l'absence de toute rainure.

En résumé, nous avons devant nous un système qui présente un très grand intérêt comme tramway urbain. De notre mieux nous avons tâché d'en mettre en évidence les bons et mauvais côtés, indiquant sans les résoudre les questions que l'expérience seule peut résoudre. Une grosse épreuve va être tentée. Tous ceux qui s'intéressent au problème de la locomotion mécanique dans les grandes villes feront bien de la suivre.

P. Lauriol,

Ingénieur des Ponts et Chaussées
attaché au Service municipal de Paris.

613

REVUE ANNUELLE D'HYGIÈNE

L'Hygiène est une science si complexe qu'il est impossible de songer dans une revue annuelle à rapporter toutes les découvertes qui intéressent cette science appliquée, et nous avons cru devoir nous borner à résumer les travaux parus depuis deux ou trois ans sur certaines questions primordiales. Nous avons négligé intentionnellement trois points fort importants, mais qui ont été ou seront traités avec plus de développement dans la *Revue* : la sérumthérapie et l'immunité, l'alcoolisme, l'hygiène industrielle et administrative.

I. — L'EAU.

§ 1. — Purification spontanée des eaux.

La question de l'eau est toujours dominante en hygiène, soit qu'il s'agisse d'obtenir pour l'alimentation une eau potable, ou bien encore de préserver de la contamination les cours d'eau qui passent à proximité des agglomérations humaines. On conçoit facilement qu'il ne s'agit d'ailleurs que des deux faces d'un même problème. Il est indiscutable que toute rivière, après un certain trajet, a forcément été polluée, et cependant les micro-organismes ne vont pas en augmentant progressivement de la source à l'embouchure. La purification spontanée des eaux des fleuves est un fait bien acquis et la *Revue* a déjà signalé les observations intéressantes qui ont été faites sur ce sujet par Pettenkoffer, etc. [1]. Néanmoins les travaux récents sur cette question nous forcent à y revenir. Signalons tout d'abord sur ce sujet une excellente revue critique de M. Duclaux [2]. Le fait entrevu par Pettenkoffer reste indéniable, mais le mécanisme même de la purification est loin d'être bien élucidé. Il est évident que des facteurs multiples entrent en jeu : action chimique, par précipitation successive, suivant le mélange d'eaux différemment chargées en sels et en gaz, et entraînement mécanique des bactéries; actions biologiques, — la lutte entre les microbes amenant la destruction d'un certain nombre d'entre eux; enfin et surtout l'oxydation des matières organiques en suspension dans l'eau. Mais, de tous les agents, celui qui aujourd'hui paraît le plus puissant, c'est la lumière.

Nous n'insisterons pas sur ce phénomène qui a fait l'objet d'un travail spécial dans cette *Revue* [3]. Nous devons cependant signaler quelques recherches nouvelles sur cette question. C'est ainsi que Frankland [1], tout en admettant le rôle de la lumière, a remarqué que l'action stérilisante de la lumière solaire cesse à une profondeur de quelques centimètres. Kruse [2], qui déclare à la fin de son mémoire que la lumière est l'agent de désinfection le plus puissant et le plus généralisé (*universaliste*), convient cependant que plus un milieu est riche en germes, moins les effets bactéricides de l'insolation y sont rapides.

Pour expliquer l'action bactéricide, Richardson, Dieudonné [3], R. d'Arcy et Hardy [4] admettent la production de bioxyde d'hydrogène à la surface des milieux insolés, et on connaît la valeur antiseptique de ce corps. Dans un travail d'ensemble, Arnould [5] a bien exposé l'état actuel de cette question ; nous devons signaler encore un mémoire de Piazza [6] qui confirme les recherches de Roux et Yersin sur l'action atténuante de la lumière sur la toxine diphtérique au contact de l'air, et montre, en outre, que cette action est due essentiellement aux rayons extrêmes du spectre.

§. 2. — Service des eaux.

La dernière épidémie de fièvre typhoïde à Paris a appelé de nouveau l'attention sur le mode de captage des eaux de la Vanne [7]. Or, il résulte d'un simple examen des conditions dans lesquelles se font les prises d'eau, que nous ne pouvons nullement compter sur la pureté des eaux amenées à Paris. Les eaux de la Vanne proviennent, en effet, d'une double origine. Certaines sources sont captées à des étages différents, sur la rive gauche de la vallée de la Vanne, sur un trajet de 25 à 30 kilomètres, et sont recueillies dans deux collecteurs reliés entre eux par des siphons. Ce captage paraît être fait dans de bonnes conditions. Malheureu-

[1] Voy. *Revue générale des Sciences*, 1891, p. 183.

[2] E. Duclaux : La purification spontanée des eaux des fleuves (*Annales de l'Institut Pasteur*, février et mars 1894)

[3] Ledoux-Lebard : L'action de la lumière sur les microbes. *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 446.

[1] Frankland : On the conditions affecting bacterial life in Thames water. *Proced. of the R. S.*, n° 345, 1895 et *Revue générale des Sciences*, 1895, p. 764.

[2] Kruse : Ueber die hygienische Bedeutung des Lichtes. *Zeitsch. f. Hyg.*, 1895, fas. 2.

[3] Dieudonné : Ueber die Bedeutung des H^2O^2 fur die bacterientödtende Kraft des Lichtes. *Arbeit. der Kais. Gesundheitsamte*, 1894, p. 537.

[4] D'Arcy et Hardy : Note on the oxydising power of differents regions of the spectrum in relation to the bactericidal action of light. *Journal of Pathol.*, 1894.

[5] Arnould : De l'action de la lumière sur les animaux. *Revue d'Hygiène*, juin et juillet 1895.

[6] Piazza : Influenza della luce sulla tossina difterica. *Annali d'Igiene sperimentale*, 1895, p. 571.

[7] Vallin : Epid. de fièvre typhoïde à Paris. *Rev. d'Hygiène*, 20 avril 1894.

sement les ingénieurs chargés d'amener les eaux à Paris, voulant augmenter la quantité de liquide, ont cru devoir utiliser l'eau qui apparaissait en nappe peu épaisse, mal délimitée, dans le voisinage de l'aqueduc. L'Administration admit que ces eaux pouvaient équivaloir à de l'eau de source, qu'elles n'étaient point le résultat d'infiltrations venant de la surface du sol, et qu'elles avaient parcouru dans les terrains un chemin suffisant pour assurer leur purification; en conséquence elle décida de les utiliser. Toutefois le mélange de ces eaux de double origine ne se fait pas immédiatement; elles sont recueillies dans des canaux de drainage spéciaux qui les conduisent aux réservoirs des machines élévatoires; mais là elles sont remontées et refoulées dans l'aqueduc collecteur.

On voit le point défectueux du système. Déjà, du temps de Belgrand, on avait suspecté ces eaux. L'épaisseur du filtre terrestre qu'elles doivent traverser est peut-être absolument insuffisante, et les dernières recherches tendent à démontrer qu'il en est ainsi.

M. Miquel, en faisant l'analyse bactériologique des eaux de la Vanne, a montré les variations considérables que ces eaux présentent en richesse bactérienne (50 bactéries par centimètre cube le 15 janvier 1894, 3.200 le 23 janvier). Depuis cette époque, l'eau des appareils de drainage n'étant plus envoyée dans le collecteur, le nombre des bactéries est tombé à moins de 1.000.

Les considérations théoriques, confirmées par les analyses bactériologiques, tendent donc à établir que le service auxiliaire de captation des eaux de la Vanne est loin de présenter les garanties nécessaires. Il y a eu, en un mot, erreur grave dans ce travail de prise d'eau. Si le lecteur veut bien se rappeler que l'année dernière, en avril et en mai, on notait quatre cas de fièvre typhoïde, suivis de deux décès, dans la commune de Rigny, — précisément à proximité des terrains drainés, — il lui paraîtra difficile de ne pas penser à une corrélation entre cette épidémie, suivie d'un été très sec, et la contamination des eaux de la Vanne après la fonte des neiges en janvier 1894.

La loi du 28 juillet comprend, dans un crédit de 117 millions, 50 millions pour l'achèvement de la distribution d'eau, y compris les travaux de dérivation des eaux du Loing et du Lunain à Paris. Depuis longtemps déjà, les sources situées entre Nemours et Moret avaient été achetées par la Ville de Paris, mais on avait dû, par suite des nécessités budgétaires, retarder les travaux de captage et d'adduction, les sommes disponibles des emprunts précédents étant utilisées pour l'adduction des eaux de l'Avre. Déjà, l'Avre envoie à Paris ses 110.000 mètres cubes d'eau pure: tout fait espérer que, dans deux ans, viendront s'ajouter les 51.000 mètres cubes du Loing et du Lunain. Ces eaux sortent de la craie blanche, après avoir été recueillies par des terrains tertiaires; aussi leur titre hydrotimétrique est-il très bon : 20 à 22.

Elles doivent arriver à Paris à la même hauteur que celles de la Vanne, c'est-à-dire que leur réservoir sera placé à 80 mètres au-dessus de la mer. Or, pour l'Avre, on avait ce grand avantage que, les sources de Verneuil étant situées sur un plateau assez élevé, il n'y avait qu'à utiliser les lois de la pesanteur pour les réunir dans le réservoir de Montretout; alors que, pour le Loing, dont les sources ne sont situées qu'à 55 mètres d'altitude, il est nécessaire d'utiliser des machines élévatoires. Toutefois, les différentes sources étant à des altitudes différentes, on pourra utiliser les plus hautes pour élever au moyen de turbines les eaux inférieures et concentrer toutes ces eaux à une altitude de 57 mètres.

Une machine à vapeur de 320 chevaux les prendra alors pour les élever à 92 mètres, niveau de l'aqueduc de la Vanne, qui se trouve à quatre kilomètres environ de ces sources. Les deux aqueducs, celui de la Vanne et celui du Loing, seront placés l'un à côté de l'autre pendant une partie des 75 kilomètres du trajet. On renonce en effet à la construction des arcades comme celles qui permettent la traversée de la vallée de la Bièvre, et partout le système des siphons en tôle d'acier, déjà utilisé dans les travaux d'adduction de l'Avre, remplacera les ouvrages à découvert pour le passage des dépressions du sol.

L'aqueduc est construit avec une section de $2^{m}50$, ce qui lui permet de livrer passage à 180.000 mètres cubes d'eau par jour, alors que le débit des sources captées ne dépasse pas 50.000 mètres. Mais il faut prévoir que d'autres prises d'eau seront nécessaires et, en cas d'accident de l'aqueduc de la Vanne, on pourrait utiliser la nouvelle voie.

Le projet de M. Humblot, directeur du Service des Eaux de la Ville, comporte une dépense totale de 25 millions, dans lesquels il faut faire entrer 5 millions d'expropriations et d'indemnités aux usines qui pourraient souffrir de la dérivation.

Mais, dans le cas des eaux du Loing et du Lunain, ce préjudice est beaucoup moins considérable que lorsqu'il s'agissait d'enlever 110.000 mètres cubes d'eau à la petite rivière industrielle de l'Avre, qui fait marcher un grand nombre de tréfileries. On peut constater, d'ailleurs, que l'agitation qui avait signalé les premiers travaux autour de Verneuil ne paraît pas devoir se reproduire dans les environs de Nemours. Du reste, grâce aux sages dispositions prises par le Parlement, conformément à

la proposition Gadaud, les populations riveraines de l'Avre semblent n'avoir point eu à se plaindre.

Les agglomérations formées autour de Paris, et qui vont en s'accroissant sans cesse, se trouvent également fort embarrassées pour se procurer de l'eau potable. Renonçant à la captation et à l'adduction d'eau de sources qui sont pour ainsi dire monopolisées par la Capitale, le Conseil général de la Seine avait conclu avec la Compagnie générale des Eaux une convention pour la distribution de l'eau de la Seine, rendue inoffensive par le système Anderson, à toutes les communes du département de la Seine, à l'exception de Saint-Denis. Pour des raisons que nous ne connaissons pas, cette ville a refusé jusqu'ici d'adhérer à la convention. Le système Anderson qu'on va appliquer a déjà été utilisé avec succès à Anvers et à Londres : il repose sur le pouvoir purificateur du fer à l'état spongieux ; pour obtenir un mélange intime, un brassage énergique, l'eau passe dans des cylindres tournants renfermant la masse ferrugineuse. Ces revolvers sont actionnés par des turbines de faible énergie ; car il suffit d'une force relativement très minime pour obtenir la rotation très lente (un demi-tour par minute) des purificateurs rotatifs. Du revolver l'eau passe dans une série de bassins de décantation où elle dépose le fer en excès et les matériaux qu'elle tenait en suspension, puis elle se rend à des filtres de sable. Les filtres, installés par la Revolving Purifer Cº, d'accord avec la Compagnie générale des Eaux, à Boulogne-sur-Seine, sont au nombre de trois, ayant chacun 71 mètres carrés de superficie. Deux sont en activité pendant que le troisième est en nettoyage. Ces filtres sont constitués par des lits de gravier et de sable de $0^m,45$ d'épaisseur.

Les filtres fonctionnent depuis le 20 juillet 1893 ; si la stérilisation n'y est pas absolue, elle est au moins très satisfaisante, puisque le nombre des microbes tombe de 18.000 à 50. Nous croyons qu'il est prudent cependant d'admettre ce chiffre comme un minimum rarement obtenu.

Enfin, en avril dernier (1895), le Conseil municipal a décidé la construction, à l'usine de Saint-Maur, de grands bassins de décantation et de filtration, pouvant produire 20.000 mètres cubes, par jour, d'eau potable, puisés dans la Marne. C'est l'application du système suivi à Berlin et à Londres, et qui, jusqu'ici, avait été rejeté, comme insuffisant, par nos ingénieurs.

Comme Paris, et plus encore peut-être que lui, Londres éprouve de grandes difficultés à assurer l'alimentation en eau de son immense population[1] ! Le service des eaux de Londres est fait, jusqu'ici, par plusieurs Compagnies particulières, et il donne lieu à de nombreuses réclamations. Aussi le *London County Council* est-il sur le point d'exproprier ces diverses Compagnies pour administrer directement cet important service. Toutefois c'est là une transformation considérable, et les avis sont très partagés sur cette mise en régie, mais on peut constater, par contre, l'opinion unanime en ce qui concerne l'augmentation de la quantité d'eau à distribuer dans la grande métropole. La Commission royale instituée récemment conclut à la nécessité de porter de 645.000 mètres cubes, chiffre actuel, à 1.550.000 mètres cubes, l'amenée d'eau quotidienne pour 1931.

Les Compagnies concessionnaires ont proposé de prendre 1.130.000 mètres cubes à la Tamise, pour réaliser le chiffre demandé. Mais la Commission royale considère comme impossible la filtration d'une telle masse d'eau, filtration d'autant plus nécessaire et difficile, que la vallée de la Tamise ayant, ou devant avoir bientôt une population supérieure à 1 million, les eaux sont déjà très polluées.

Les grandes villes anglaises renoncent presque toutes à purifier l'eau des rivières, et vont chercher l'eau non contaminée : Manchester à Thimerle ; Liverpool au lac Vyrmoy ; Birmingham dans le Wales, etc. La Commission londonienne, composée de MM. Binnic, ingénieur du *County Council*, Seymour, Rumble, Hassard et Dacon, s'est arrêtée à un gigantesque projet.

Les dépenses prévues atteignent 950 millions. Il s'agit d'amener à Londres l'eau du South Wales : il serait facile de capter dans cette région les eaux de l'Usk, de l'Urfon, de l'Edw, de l'Ithon et de la Wye. La formation géologique de la contrée, la disposition des vallées permettraient d'établir facilement des barrages, et de constituer ainsi des réserves pouvant fournir 1.564.000 mètres cubes. Deux aqueducs principaux, d'une longueur respective de 150 et 170 milles, amèneraient cette masse d'eau, l'un au sud, l'autre au nord de la métropole.

C'est pendant la session de 1897 que le bill doit être présenté au Parlement. Jamais un tel travail n'a encore été proposé, mais il suffit de connaître le développement prodigieux de Londres, la quantité d'eau que l'hygiène réclame, pour justifier un projet de cette envergure.

§ 3. — Purification artificielle des eaux.

La difficulté, toujours plus grande, de s'approvisionner directement à des sources explique les tentatives faites pour utiliser les eaux de rivière. Quelques travaux intéressants ont paru sur cette question.

[1] The Water supply, *Sanitary Record*, 2 août 1895.

Moritz Traube [1] préconise le chlorure de chaux, qui, à la dose de 0 gr. 00043 par litre, suffirait à stériliser, après un contact de deux heures, un litre d'eau riche en bactéries. En versant cette eau sur des milieux nutritifs, il n'a obtenu aucune culture. Cette eau renferme un excès de chlore qu'il faut neutraliser. Il suffit alors d'ajouter 0 gr. 0002 de sulfite de soude, qui, après un contact prolongé, se transforme en sulfate de soude ; mais la quantité ainsi formée, — moins de 1 milligramme par litre, — ne saurait être reconnaissable au goût.

On voit que, pour stériliser un million de mètres cubes, il suffirait de 85 quintaux de chlorure de chaux et 40 de sulfite de soude. Ces produits étant très bon marché, la stérilisation du mètre cube d'eau serait très économique. Traube prenait de l'eau additionnée de jus de viande en putréfaction depuis huit jours ; cette eau présentait une richesse de 0,2 en matière organique par litre. Le traitement par le chlorure de chaux et le sulfite de soude ne modifiait pas la teneur en matière organique, bien que détruisant les bactéries.

Ces recherches présentent un réel intérêt ; elles auraient cependant besoin, en raison même de leur importance, d'être reprises avec de nombreuses expériences. Ainsi, Traube n'a pas poursuivi ses recherches avec les bactéries pathogènes. Bien qu'*a priori* on puisse admettre qu'un procédé qui arrête tout développement dans une eau renfermant les micro-organismes de la putréfaction doit agir aussi efficacement sur le bacille typhique ou le bacille virgule, il était fort intéressant de le démontrer.

Or Sickenberger et Kaufmann ont montré que l'on pouvait, au moyen de l'hypochlorure de soude, détruire le vibrion cholérique en suspension dans les eaux du Nil. Bassenge [2], après avoir constaté que le bacille virgule était tué en cinq minutes, en versant 10 centimètres cubes par litre d'une solution de chlorure de chaux au centième, a reconnu ensuite qu'il fallait une dose triple pour le bacille typhique : il conseille de substituer le bisulfite de chaux au bisulfite de potasse recommandé par Traube. Comme méthode pratique de stérilisation, Bassenge indique ce procédé très simple : verser dans cinq litres d'eau une pincée de chlorure de chaux en poudre, agiter, attendre 15 minutes, puis verser goutte à goutte une solution de bisulfite de chaux jusqu'au moment où le goût et l'odorat ne font plus sentir le chlore.

Le permanganate de potasse, préconisé par Mlle Schipiloff, et le permanganate de chaux, proposé par Bordas et Girard, constituent peut-être les meilleurs stérilisateurs de l'eau. Dans un article de la *Presse Médicale* (4 mai 1895), nous recommandions son utilisation pour les troupes en campagne. Outre, en effet, son action bactéricide intense, ce sel agit encore puissamment sur les alcaloïdes, les toxines qui peuvent être contenus dans l'eau, et l'excès de permanganate est facilement réduit avec une matière organique quelconque : charbon, alcool, infusion de thé, etc.

Nous devons une mention spéciale à la stérilisation des eaux par l'ozone. L'action antiseptique de l'ozone a été fort discutée, et les recherches de Christmass étaient peu en faveur de cet agent, puisqu'il n'avait pu arrêter la putréfaction dans une atmosphère renfermant 5 milligrammes d'ozone par litre, taux où l'air devient difficilement respirable.

Il est vrai qu'à la même époque, Ohlmuller apportait le résultat de ses expériences, tendant à démontrer la stérilisation possible de l'air humide et de l'eau par l'ozone produit en quantité. En faisant passer, pendant dix minutes, cinq litres d'air contenant 15 milligrammes d'ozone par litre dans de l'eau riche en spores, il obtenait une stérilisation parfaite. La seule condition de réussite était la faible teneur, en matières organiques, de l'eau à stériliser. La Compagnie hollandaise pour la fabrication de l'ozone a organisé, près de Leyde, une usine en vue de stériliser l'eau au moyen de l'air ozonisé, et le docteur van Ermengem [1], dans un Rapport au Ministre de l'Agriculture de Belgique, émet des conclusions très favorables. L'eau du Vieux-Rhin, très souillée de matières organiques, est d'abord filtrée au sable, puis traitée par l'air ozonisé fourni par les puissantes machines électriques de Frœhlich et de Siemens, qui peuvent dégager 3 à 9 milligrammes d'ozone par seconde et par cheval-vapeur. Non seulement l'eau est stérilisée, mais encore les toxines sont détruites, d'après les recherches faites avec des toxines tétaniques. Reste à déterminer le prix de revient de cette stérilisation.

II. — Nuisances.

§ 1. — Egouts.

En 1893, la *Revue* signalait le vœu platonique du Parlement qui invitait le Gouvernement à proposer les mesures nécessaires pour assurer le prompt achèvement des travaux d'assainissement de Paris et de la Seine ; la loi a été enfin promulguée à l'*Officiel* le 25 juillet 1894, et va permettre de poursuivre rapidement le Tout-à-l'égout. Ce

[1] Moritz Traube : Einfaches Verfahren Wasser in grossen Mengen keimfrei zu machen. *Zeitsch f. Hygiene*, 1894, p. 149.

[2] Bassenge : Zur Herstellung keimfreien Trinkwasser durch Chlorkalk. *Zeitsch. f. Hygiene*, 1895, p. 227.

[1] Van Ermengem : De la stérilisation des eaux par l'Ozone. *Annales de l'Institut Pasteur*, sept. 1895, p. 67.

système en effet ne pouvait être mis en pratique que si la Ville de Paris disposait, d'une part, de champs d'épandage suffisants et, d'autre part, d'une quantité d'eau telle que le service des appareils de chasse fût absolument assuré.

Sur les 117 millions que la Ville de Paris est autorisée à emprunter, 31 millions sont destinés à la réalisation de l'épandage sur les terrains d'Achères. Ce n'est pas sans difficulté que cette loi a pu passer à la Chambre. Les députés de Seine-et-Oise ont vainement protesté contre « le poison parisien ». Il semble cependant bien démontré aujourd'hui que la population de Gennevilliers n'a nullement souffert des eaux d'épandage. Bien mieux, alors que le nombre des habitants augmente chaque année (4.445 en 1886, 5.810 en février 1894), le nombre des décès tendrait plutôt à diminuer d'une année sur l'autre (131 décès en 1892, 111 décès en 1893). Il est vrai qu'en 1892 il y a eu une légère épidémie cholériforme dans la banlieue de Paris et que Gennevilliers a eu 13 décès, mais ce chiffre n'est pas supérieur à celui des autres communes de l'arrondissement de Saint-Denis.

On ne saurait trop le répéter, l'utilisation des terrains d'Achères et de Saint-Germain ne constitue encore qu'un moyen palliatif. Il ne faut pas oublier, en effet, que le débit des eaux d'égout pour Paris seul est appelé rapidement à atteindre 760.000 mètres cubes; dans ces conditions, les terrains actuels seront notoirement insuffisants et il faudra alors, suivant l'idée émise jadis par Belgrand, poussant plus loin encore la canalisation, utiliser les autres boucles de la Seine (Poissy, Verneuil, les Mureaux, etc.), dont le terrain sableux se prêterait facilement à cette irrigation. Mais il n'est pas nécessaire à cet égard de laisser l'imagination s'envoler bien loin.

D'ici une vingtaine d'années, si l'attraction vers les grands centres continue à exercer son action, l'expansion de Paris doit continuer, et sur la rive gauche, par exemple, il est fort probable que le débit du collecteur Marceau ($2m^3,410$ par seconde) sera presque doublé. Nous arrivons ainsi à un chiffre de 1.000.000 de mètres cubes par jour. Ce n'est plus 2.800 hectares, comme aujourd'hui, mais 8.000 hectares qui seront nécessaires. Nos estimations sont bien supérieures à celles de M. Lauriol[1], et cependant nous croyons que nous sommes au-dessous des obligations auxquelles devront obéir les hygiénistes du vingtième siècle. Nous n'avons eu en vue que l'agglomération parisienne telle qu'elle est limitée par l'enceinte fortifiée; mais la banlieue subit, elle aussi, la marche ascendante : la disparition certaine de l'enceinte, la création de nouvelles voies de communication, peut-être même, s'il s'agit d'une trentaine d'années, l'établissement du métropolitain, opéreront la réunion du département de la Seine presque tout entier avec Paris.

Dès aujourd'hui, ces communes représentent un million d'habitants : il faudra certainement songer, pour elles aussi, à l'évacuation de leurs nuisances. Aussi le projet, proposé en 1886 par Camille Raspail, d'un canal de Paris à la mer, avec prises latérales pour les communes, qui pourraient utiliser les millions de kilogrammes de matières azotées ainsi charriées, revient-il en discussion.

En province, nous rencontrons le même problème.

A Bordeaux, la question soulève des difficultés considérables [1].

La ville de Bordeaux veut diriger les produits de ses égouts directement dans la Garonne, mesure qui rencontre une opposition formelle de la part de l'Administration des Ponts et Chaussées, soutenue par le Comité Consultatif d'Hygiène. Une décision cependant s'impose : sur 32.000 maisons, 18.000 ont des fosses, la plupart *assez perméables* pour n'avoir pas besoin d'être vidangées, et on peut admettre que le sous-sol absorbe annuellement le tiers des excreta des Bordelais. Un autre tiers est enlevé par la Compagnie des Vidanges. Enfin, le troisième tiers, muni de fosses Mouras, système presque spécial à Bordeaux, déverse sa vidange à l'égout et de là à la Garonne. Le grand argument invoqué contre le déversement direct au fleuve est le reflux produit par la marée. Mais, d'autre part, les membres mêmes du Conseil d'Hygiène envoyés en enquêteurs ont reconnu la difficulté, sinon l'impossibilité, de trouver une surface propre à créer des champs d'épandage; il ne reste donc comme solution possible, que la dénaturation et la désinfection des matières avant leur déversement au fleuve.

C'est à une solution analogue qu'il faudra aboutir pour Toulon [2].

Ici également l'épandage sans désinfection préalable, sur un sol rocailleux ou argileux, avec des fissures profondes en communication avec la nappe d'eau souterraine, est impossible; le déversement direct à la mer des 13.000 mètres cubes d'eau vanne soulève des protestations énergiques des habitants de la Seyne [3]. Aussi le Comité consultatif a-t-il mis à l'étude la désinfection préalable.

[1] Lauriol : L'assainissement de Paris. *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1896.

[1] Lande : Le régime des Eaux, la pollution de la Garonne et la question de l'épandage. Rapport au Conseil municipal de Bordeaux, 1895.

[2] Cartier. *L'Hygiène à Toulon*. Brochure 1894.

[3] Drouineau. L'Assainissement de Toulon. *Revue d'Hygiène*, août 1895.

Cette étude de la désinfection préalable des matières usées est une de celles qui intéressent certainement le plus les hygiénistes. Il ne faut pas oublier en effet que l'épandage, même quand il est possible, soulève de vives critiques.

Il est, il est vrai, énergiquement défendu, et nous pouvons citer les mémoires récents de Bechmann [1], de Launay, de Vallin [2], de Schlœsing et Riche [3], de Rœchling [4].

D'après M. Bechmann, quand les 1.000 hectares d'Achères seront utilisés, la moitié de l'afflux parisien sera épuré. Nous avons vu plus haut quelles réserves il fallait faire sur l'avenir.

Le Comité d'Hygiène de la Seine, sur les conclusions d'un rapport de MM. Schlœsing et Riche, a émis un avis des plus importants. On avait jusqu'ici accepté comme un dogme la nécessité de cultures sur les champs d'épuration, et les règlements en vigueur prescrivaient cette mise en culture. Or, d'après la décision nouvelle, cette mise en culture n'est pas nécessaire, et les rapporteurs admettent même que l'épandage des eaux résiduelles en terrain nu est de beaucoup préférable au point de vue des émanations. Cette opinion avait jadis été soutenue par Alphand, qui ne l'avait abandonnée officiellement que pour obtenir devant les Chambres le vote nécessaire à l'assainissement de Paris.

Enfin les partisans de l'épandage, après avoir invoqué surtout les résultats des champs d'épuration de Berlin, citent encore l'exemple de Leicester qui, après avoir tenté la clarification de ses eaux d'égout par la chaux et divers agents chimiques, s'est décidé à la purification par le sol; ils invoquent encore l'opinion de M. Santo Crimps qui, après avoir coopéré à l'installation de l'épuration chimique des eaux d'égout de Londres, conclut cependant en faveur de l'épandage. Les conservateurs de la Tamise exigent l'épuration par le sol des eaux d'égout avant tout déversement dans le fleuve en amont de Londres et, sur 39 localités, 38 ont dû l'adopter [5].

Etant données, d'une part, les difficultés que l'on rencontre pour multiplier les champs d'épandage autour des grandes villes, et, d'autre part, l'impossibilité absolue qui existe pour certaines villes de trouver des terrains convenables, tels les cas cités plus haut de Toulon et de Bordeaux, force est de recourir à la purification des eaux d'égout.

[1] Bechmann : Sur le fonctionnement des champs d'épuration de Paris et de Berlin. *Revue d'Hygiène*, décembre 1895.

[2] Vallin : La mise en culture des champs d'épuration. *Revue d'Hygiène*, février 1896.

[3] Schlœsing et Riche : Rapport au Conseil d'hygiène de la Seine, janvier 1896.

[4] Rœchling : Tonnen und Spülaborte in ihren Verhalten zum Typhus abdominalis. *Gesundheits Ingenieur*, 15 déc. 1895.

[5] *Engineering Record*, nov. 1895.

Dans ce but, la Société allemande d'Agriculture avait demandé à un certain nombre d'Instituts d'Hygiène d'étudier : si le traitement par la poudre de tourbe est capable de tuer les germes des maladies contagieuses dans les matières fécales, notamment les germes du typhus et du choléra ; s'il est possible d'assurer mieux la destruction des germes par l'addition à la tourbe de substances qui ne puissent nuire à la végétation ou même qui la favorisent. MM. Stutzer, Burri [1], C. Frankel, Klipstein [2] ont fait paraître les résultats assez concordants de leurs recherches.

Si la tourbe détruit rapidement en 3 ou 4 heures le bacille du choléra mélangé seul avec elle, cette action est fort atténuée quand des urines ou des matières fécales sont ajoutées. C'est l'acidité de la tourbe qui opère la désinfection ; il y a donc lieu de proscrire l'emploi de la chaux et de tous les alcalins et d'ajouter au contraire des acides.

Les superphosphates, qui sont excellents comme engrais, augmentent l'action bactéricide [3] de la tourbe par leur acidité ; c'est donc, de toutes les substances, la plus favorable. Néanmoins, la lecture attentive de ces travaux montre que la désinfection par la tourbe est loin de mettre absolument à l'abri de la contagion.

Vincent [4], qui s'est livré à une étude méthodique des désinfectants usuels au point de vue de la désinfection des matières fécales, arrive à cette conclusion, que le sulfate de cuivre à la dose de 5 grammes par litre, le crésyl à la dose de 6 grammes suffisent pour détruire les germes typhiques et cholériques. Il est inutile, dit-il de poursuivre la stérilisation absolue et intégrale des selles ou des vidanges ; la dépense serait trop grande ; il suffit de détruire les germes de la putréfaction, le coli-bacille et surtout les germes pathogènes. La chaux ne lui a donné que des résultats fort médiocres ; 100 grammes de lait de chaux par 1.000 grammes de selles étaient nécessaires pour détruire le bacille typhique.

Parmi les procédés préconisés pour purifier les eaux d'égout, il en est un dont il a été beaucoup parlé, grâce surtout à la réclame organisée dans la grande presse, la méthode Hermite.

Hermite utilisait l'action électrolytique pour décomposer l'eau de mer et mettre en liberté du chlore. Une machine de 250 ampères et 6 volts était susceptible de charger en cinq heures 1 mètre cube

[1] Stutzer et Burri : Untersuchungen uber die Einwirkung von Torfmull. *Zeitch. f. Hygiene*, p. 453. 1893.

[2] Frankel et Klipstein : Versuche uber das Verhalten der Cholera, etc. in Torfmull. *Zeitsch. f. Hygien.*, p. 333. 1893.

[3] Gaertner : Torfmull als Desinfektionsmittel von Kakalien. *Hygienische Rundschau*, janv. 1895.

[4] Vincent : Recherches sur la désinfection des matières fécales, etc. *Bull. de l'Académie de Méd.*, 1894, p. 451.

d'eau, de 0m75 pour 1.000 de chlore libre. Mais il est impossible dans la pratique de faire une telle dépense d'énergie et avec une teneur moindre en chlore. Roscœ et Lunt [1] ont toujours constaté que si les matières fécales traitées par cette eau chlorée étaient désodorisées, les bacilles conservaient leur virulence. C'est ainsi qu'à Worthing, après des essais suivis, le procédé a dû être abandonné.

La question de la précipitation des eaux d'égout par les sels de fer a donné lieu à de nouvelles recherches. D'Arley [2] cite les résultats pratiques obtenus dans le district de Heaton-Mersey avec l'oxyde de fer magnétique. Les eaux à épurer, 1 million de litres par jour, recevant les déjections de 6.000 habitants, sont d'abord précipitées par l'alun, puis traversent trois filtres dont le dernier comprend une couche de magnétite mêlée à quelques cailloux. L'eau sort claire « comme de l'eau de source » et complètement privée de matières organiques. Ce filtre présente un double avantage sur les filtres à sable : filtration rapide et régénération constante.

Dans le système mis en pratique par Conder [3] à Chichester, la purification se fait à la sortie de chaque habitation. Une solution de sulfate de fer est versée automatiquement dans les eaux domestiques à l'aide d'un instrument, le *ferrometer*, que nous ne pouvons décrire ici. La dépense annuelle en sulfate de fer n'atteindrait pas 60 centimes par habitant; quant aux résultats, les analyses données ne portent que sur la teneur en matière organique et non sur des recherches bactériologiques.

Le système d'Howatson, qui fonctionne dans plusieurs villes anglaises et à Boulogne-sur-Mer, repose également sur l'emploi de sels de fer : le ferozone et la polarite.

Le ferozone est constitué par un mélange de sulfate de fer et d'aluminium, dans des proportions qui varient suivant la nature et la provenance des eaux à épurer.

Le polarite est un composé d'oxyde de fer magnétique, de silice, de chaux, d'alumine, de magnésie et de substances alcalines.

Les filtres spéciaux sont composés de sable, de silex concassé avec du polarite.

Ce procédé est sur le point d'être appliqué à Rouen; les expériences entreprises à la maison de Nanterre ont donné, d'après Ponchet [4], des résultats plutôt favorables; toutefois le directeur du Laboratoire du Comité consultatif ne veut pas se prononcer avant d'avoir répété quelques recherches complémentaires.

Dans le même ordre d'idées, nous devons signaler les recherches poursuivies actuellement à Anvers par M. de Harven. Les fosses de vidanges sont divisées en deux parties : fosse A et fosse B. Les vidanges, arrivant directement dans la fosse A, laissent déposer les matières solides; le trop-plein liquide se déverse dans une petite fosse B qui, dans le dernier projet, est réduite à un mètre cube au plus, où il subit une désinfection au moyen d'un appareil automatique versant de la créoline ou tout autre désinfectant. Le liquide désinfecté passe de cette fosse B directement à l'égout par un siphonage automatique; dans ce projet, l'auteur vise à la fois et la non-contamination des rivières, le liquide étant stérilisé, et l'utilisation des matières solides. D'après des calculs faits pour Anvers, la vente de ces matières azotées suffirait pour couvrir et au delà les frais d'installation et les dépenses de désinfectant.

§ 2. — Destruction des gadoues.

La question de l'utilisation des ordures ménagères de Paris est loin d'être résolue; elle est pourtant, au point de vue hygiénique, de première nécessité. La banlieue se plaint, avec raison, d'être le dépotoir de la Capitale, et celle-ci est loin d'être débarrassée [1].

M. Du Mesnil croit trouver un remède à cet état de choses dans le transport au loin à prix réduit : il appuie sa proposition sur les résultats obtenus à Marseille. M de Montricher a eu l'idée de remettre en culture les terrains de la Crau. Sur ces terrains il amène par le chemin de fer, à prix réduit, les ordures ménagères et les matières de vidange de Marseille, qui sont ensuite mélangées aux eaux dérivées de la Durance. En retour, les wagons emportent les cailloux qui recouvrent la surface de la Crau et vont servir à l'empierrement de Marseille, dont les environs, grâce à cette exploitation, commencent à être assainis. — Cette expérience pourrait être tentée dans les terrains infertiles de Sologne et de Champagne. Paris y trouverait peut-être le placement de son trop-plein.

La question peut encore être étudiée au point de vue de l'incinération. Depuis dix années déjà ce système fonctionne à Londres, à Liverpool, à Leeds, à Nottingham, à Bradford, à Glasgow, mais dans des conditions d'exploitation très onéreuses, et ne suffisant même pas. Ainsi, à Glasgow, sur 197.000 tonnes d'ordures recueillies (1886),

[1] Roscœ et Lunt : Ueber das Hermitesystem der Abflus reinigung. *Hygienische Rundschau*, 15 juillet et 15 déc. 1895.

[2] D'Arley : On the purification of Sewage by means of the magnetic filter (*Journ. of the Sanitary Institut*, janv. 1895).

[3] Conder's Sulphate of iron process for the precipitation of sewage. *Sanitary Record*, 24 mai 1895.

[4] Ponchet : Épuration des eaux d'égout. *Annales d'Hygiène*, déc. 1895.

[1] Du Mesnil : Les ordures ménagères de Paris. *Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale.* (Décembre 1893.)

30.000 avaient été incinérées et 2.400 cultivateurs avaient acheté le reste. A Paris on se heurterait à deux difficultés : à l'énorme quantité de détritus qu'on aurait à incinérer, et à la nature même de ces détritus, qui, contenant des parties vertes en abondance, sont plus difficiles à brûler. Il ne s'agirait plus ici de 6.000 tonnes de résidus à détruire, comme à Londres, ou de 197.000 tonnes comme à Glascow, mais de 1.025.033 tonnes (1892). Pour arriver à l'incinération de cette énorme quantité de détritus, il faudrait installer au minimum 200 fours, soit 20 usines de 10 fours, dont le coût, à raison de 300.000 fr. chacune, serait de 6 millions de francs. La dépense annuelle de ces appareils en activité a été calculée par un ingénieur, M. Jonnut. En Angleterre elle revient encore à 1 fr. 50 la tonne, 1 fr. 45 à Leeds, 1 fr. 95 à Bradford, 1 fr. 75 à Newcastle. Mais à Paris le chiffre serait supérieur, étant donné que les matières contiennent moins de substances combustibles et que, n'employant pas les résidus à faire du mortier vendable à Paris, on serait obligé de les envoyer à la décharge ; d'où une dépense de 0 fr. 50 par tonne apportée.

Le prix de revient peut donc s'établir ainsi :

Enlèvement et transfert au dépôt...	2 fr.
Crémation.....	1 »
Enlèvement des scories.....	1 50
Total....	3 50

Soit, pour 1.025.000 tonnes, 3.587.500 francs, alors que la Ville de Paris n'a dépensé, en 1892, que 1.898.419 francs.

En Angleterre, cependant, les « destructions » se développent de plus en plus[1], et chaque jour on voit préconiser de nouveaux appareils dans lesquels on cherche, à la fois, et la destruction des immondices, et la récupération des forces vives que ces matières renferment sous forme de calorique. Signalons à ce propos le *Livet furnace*, d'Halifax, dont les hygiénistes anglais font le plus grand éloge [2]. Cet appareil utilise la chaleur produite par la combustion des déchets et la transforme en lumière électrique. Le succès du *Livet furnace* vient de la disposition de ses tuyaux d'échappement construits de façon à utiliser des volumes décroissants des gaz de combustion qui parcourent leurs tubes. Cette disposition active le tirage, et toute la chaleur des gaz est cédée à l'appareil.

Le *Livet system* d'Halifax actionne des dynamos capables de fournir 10.000 lampes à incandescence de 10 bougies (20 candles) brûlant six heures par jour, par la combustion de 3.000 tonnes par an, représentant un tiers environ des déchets de la ville. Si tout était employé, l'appareil donnerait assez d'énergie pour alimenter, pendant trois heures et demie, une lampe par habitant.

Nous signalons aussi un autre appareil ingénieux de M. Smithson, de Heckmondroike, qui a été décrit par MM. Ranson et Smithson au meeting de la Yorkshire Section de la *Society of Chemical Industries*, tenu à Leeds, le 4 décembre 1894. Cet appareil est constitué par une série de tamis montés sur cylindres rotateurs qui permettent de faire le triage des déchets, mettant de côté tout ce que l'agriculture peut utiliser comme engrais et envoyant directement dans des foyers les parties combustibles. Ici encore la chaleur produite est utilisée pour alimenter des machines à vapeur.

L'observation que nous faisions plus haut, sur la moindre combustibilité des gadoues de Paris comparée à celle de Londres, trouve sa confirmation dans les expériences faites à Berlin[1], où l'on a essayé, avec les sytèmes anglais, de brûler les ordures ménagères sans addition de combustible. La température dans les chambres de chauffe n'a jamais, même avec addition de coke, dépassé 200°.

En Amérique[2], où l'incinération des gadoues est très répandue, parmi les procédés employés, nous citerons, pour son originalité, le système Merz. Il consiste à extraire les graisses des gadoues en les arrosant d'essence de benzine ; ce mélange passe dans un récipient chauffé à 95° ; les vapeurs de benzine se dégagent et se condensent pour servir de nouveau, les graisses s'écoulent au dehors, et les gadoues desséchées sont vendues comme engrais.

Bien qu'au point de vue de l'hygiène, la destruction par le feu soit l'idéal, on ne doit pas oublier, ainsi que le faisait remarquer M. Grandeau, qu'à Paris seulement, les déchets représentent une valeur de 28 millions.

III. — Assainissement des villes.

Déjà dans la Revue d'Hygiène de 1892, il avait été question de l'assainissement de quelques villes, notamment de Marseille et de plusieurs cités italiennes. Nous croyons devoir revenir ici sur quelques observations touchant les progrès accomplis dans d'autres villes. A Paris, dans ces quatre dernières années, il a été fait beaucoup pour l'hygiène publique ; on conçoit d'ailleurs qu'en ce qui concerne les effets des mesures administratives, il est nécessaire de laisser s'écouler un certain temps pour juger des effets de leur application.

Nous n'avons pas à revenir ici sur la loi dite de

[1] Addiscott : Refuse disposal and offensive trades. *The Sanitary Record*, 20 déc. 1895.
[2] *The Sanitary Record*, 17 décembre 1894.

[1] Die Müllverbrennungs versuche der Stadt Berlin. *Gesundheits Ingenieur*, 15 juillet 1895.
[2] Effere : Combustion des gadoues en Amérique. *Génie civil*, 6 octobre 1894.

l'assainissement de Paris et de la Seine qui ordonnait les travaux nécessaires pour conduire à Achères les eaux d'égout. Mais il nous faut signaler en outre l'organisation d'un « Service d'inspection générale de l'Assainissement et de la Salubrité de l'habitation », qui, sous la directionde M. A.-J. Martin, a déjà rendu de très grands services.

D'autre part, l'arrêté préfectoral du 8 août 1894, fixant les conditions du règlement relatif à l'assainissement de Paris, prescrit une série de mesures réclamées depuis longtemps par les hygiénistes, existant dans les villes d'Angleterre, mais méconnues en France. Les appareils de chasse et les obturateurs siphoïdes sont désormais obligatoires pour tous les cabinets d'aisances.

L'évacuation des matières de vidange sera faite directement à l'égout public avec les eaux pluviales et ménagères, une taxe spéciale devant être payée par les propriétaires, débarrassés désormais des frais de vidange.

Les effets heureux de toutes les mesures prises se sont déjà fait sentir, ainsi que le fait ressortir le rapport de M. Deschamps au Conseil Municipal (28 déc. 1894). La mortalité en 1894 est tombée à 48.000 décès, soit 20°/₀₀, alors qu'en 1880 on comptait encore 55.706 décès ou 25 °/₀₀. Ce qui est surtout intéressant et encourageant, c'est que cette diminution a été graduelle, en corrélation directe avec les mesures prises, l'épidémie d'influenza de 1889-1890 ne parvenant même pas à enrayer la marche descendante du tant pour cent des décès. En prenant la proportion d'un décédé pour 12 malades, on peut admettre 50.000 malades de moins.

Le bilan de 1895 n'est pas moins favorable, ainsi que l'a montré A.-J. Martin [1]. La mortalité a continué à baisser même sur l'année précédente, et cette diminution porte essentiellement sur les maladies contagieuses, ainsi que le montre le tableau suivant :

Nombre de décès survenus à Paris en :

	Fièvre typhoïde	Variole	Rougeole	Scarlatine	Coqueluche	Diphtérie
1880-1889 moy. ann.	1.590	544	1.188	236	433	1.840
1895.....	271	17	679	178	419	435

Ces affections, qui entraînaient jadis le 1/10 des décès, n'amènent plus en 1895 que le 1/25, et ce progrès constitue, presque à lui seul, la diminution de la mortalité générale. Un fait intéressant à signaler est la durée de plus en plus courte des épidémies et leur localisation dans un quartier, quelquefois même dans une rue.

Alors qu'il y a quinze ans, toutes les épidémies, même bénignes, persistaient un certain nombre de semaines, se terminaient en lysis; actuellement les petites épidémies observées disparaissent brusquement.

Il faut sans doute attribuer en partie cette modification heureuse au Service de la désinfection (39.000 en 1895); notons encore la tendance des particuliers à réclamer d'eux-mêmes les employés du Service sanitaire.

L'Administration a pris en outre une excellente mesure. Chaque maison aura désormais son casier sanitaire, où seront inscrites toutes les particularités intéressant l'hygiène : système de vidanges, courettes, état du sol, des murs, etc. En outre chaque cas de maladie contagieuse éclatant dans l'immeuble sera porté à une colonne spéciale, et les cas de récidive pourront appeler ainsi l'attention du Service sanitaire.

Nous trouvons des résultats analogues à Berlin [1]. Depuis 1869, la mortalité générale a diminué dans une proportion parallèle à l'augmentation des amenées d'eau et à l'établissement du système du tout-à-l'égout. Il faut signaler la diminution énorme de la mortalité des nouveau-nés, qui, de 589 pour 1000, en 1871, tombe, en 1890, à 321 pour 1000. La mortalité totale par fièvre typhoïde est tombée successivement de 19 à 13, puis enfin à 7 °/₀₀. La tuberculose aurait également diminué et c'est à la stérilisation du lait que Weyl attribue ces heureux effets.

Par contre, les affections cancéreuses ont subi une augmentation appréciable (25 °/₀ environ de différence entre 1870 et 1892). Au sujet de la diminution de la mortalité des nouveau-nés, nous devons cependant signaler l'objection d'Oldendorf, objection qui n'a rien de spécial à Berlin : La mortalité des nouveau-nés diminue surtout parce que le nombre des naissances diminue également. A Berlin cette diminution serait sur les dix dernières années de 45 °/₀₀, (2 °/₀₀ dans le Brandebourg). Ce qui caractérise surtout l'œuvre sanitaire accomplie à Berlin, c'est la rigueur méthodique appliquée à l'exécution du plan conçu il y a vingt ans. Aujourd'hui, 2.300 maisons sont reliées à l'égout [2].

Si de Berlin nous passons en Russie, nous constatons encore les mêmes résultats encourageants [3]. A Odessa, la transformation sanitaire de la ville s'est opérée radicalement en vingt ans : Amenée d'eau potable, système complet d'égouts avec champs d'épandage, abattoirs, laboratoire d'hy-

[1] A.-J. Martin : Prophylaxie sanitaire à Paris. *Revue d'Hygiène*, février 1896.

[1] Weyl-Guttstadt : De l'influence des mesures hygiéniques sur l'état sanitaire de Berlin *Société de Médecine berlinoise*, déc. 1893 et janv. 1894.

[2] F. Launay : L'Assainissement de la ville de Berlin. *Rapport au Préfet de la Seine*, 1895.

[3] L'Assainissement progressif de la ville d'Odessa. *Compte-rendu de l'Observatoire météorologique d'Odessa*, 1894

Diatropoff : Valeur hygiénique du système d'épandage à Odessa. Analyse in *Revue d'Hygiène*, avril 1895.

giène, organisation médicale pour les pauvres, etc. Les résultats statistiques sont des plus nets.

De 1874 à 1878	la mortalité était de	32.49 °/₀₀
1878 à 1883	—	30.42
1884 à 1888	—	26.14
1889 à 1893	—	26.60

La chute brusque observée entre les deux périodes quinquennales 1878-83 et 1884-88 correspond précisément à l'amenée de l'eau potable et à la mise en service du système du tout-à-l'égout. Ajoutons encore qu'autrefois Odessa, continuellement en rapport avec l'Orient, était toujours menacée d'une épidémie de choléra et qu'en 1872 il y avait encore 1.615 cholériques; il n'y en a plus eu que 86 en 1892, bien que la population ait exactement doublé en vingt ans (340.000 au lieu de 180.000). En 1893 et 1894 il n'a été signalé aucun cas suspect.

En Amérique, Buenos-Ayres [1], après les cruels avertissements donnés par les épidémies de choléra et de fièvre jaune qui frappèrent, en 1871, un sixième de la population, évaluée alors à 80.000 habitants, s'est décidé à poursuivre un assainissement méthodique. Avant 1870, l'eau pure était apportée dans des tonneaux et la consommation n'atteignait pas 2,3 litres par tête d'habitant. En 1874, Bateman, reprenant un projet proposé en 1827 par Pellegrini, entreprit l'amenée d'eau potable. Seule la Parana, avant son confluent avec la Plata, pouvait être utilisée, mais ses eaux sont chargées d'argile. Il fallut creuser des puits spéciaux où l'eau était recueillie, puis élevée par une pompe puissante jusque dans des bassins de décantation où elle perd 70 à 80 % des matières en suspension. De là elle passe dans des bassins de filtration continuels sur le même plan que ceux de Londres. A l'heure actuelle, la filtration paraît trop rapide pour être complète; en outre, l'eau continue à tenir en suspension un peu d'argile ferrugineuse. Les égouts se déversent dans l'estuaire de la Plata, mais une partie des matières solides sont séparées dans l'égout principal et utilisées comme engrais.

En terminant cette revue de l'assainissement des villes, nous devons signaler certaines résistances étranges que l'on trouve quelquefois parmi les administrateurs de nos cités. La question de l'assainissement de la ville de Rouen est à l'étude depuis longtemps. Depuis 1887 surtout, commissions, projets, rapports se multiplient sans amener aucun résultat. Et cependant Rouen est une des villes où la mortalité est la plus élevée, 33 à 35 °/₀₀, alors que la mortalité est de 21 à Paris, de 20 à Londres. Les décès excèdent de 770 les naissances. Or le projet d'assainissement, tel qu'il est soutenu par Vallin [1], par le Dr J. Hue [2], comporte une dépense de 7 millions, permettant d'achever et de parachever le réseau des égouts, d'établir 600 réservoirs de chasse et d'organiser un terrain d'épandage à Oissel. Ce chiffre très faible, étant donné les travaux nécessaires, s'explique par la proposition faite par un ingénieur intelligent de prendre à sa charge les terrains d'épandage sous condition qu'on lui assure le produit de ces terrains fertilisés par les déchets de la grande ville.

Or, M. Le Villain [3], adjoint de la ville de Rouen, s'oppose à ce projet en évoquant des raisons au moins étranges. « Il est sage, dit-il, d'attendre que la science ait dit son dernier mot, qu'un système ait fait ses preuves, c'est-à-dire ait amené la disparition presque complète des épidémies, pour entreprendre l'assainissement de Rouen. » Plus loin, il émet cet aphorisme : « Les épidémies ne prennent jamais naissance dans l'intérieur de notre ville; elles nous sont transmises des communes voisines par leurs malades, par leurs cours d'eau. » Enfin, comme conclusion superbe : « Ne nous reposons que sur nous-mêmes du soin de notre santé et protégeons-nous contre la maladie par la sobriété et l'hygiène. » Vallin, dans une critique spirituelle de ce rapport, fait remarquer qu'on ne parlait pas autrement à l'école de Salerne en l'an de grâce 1200.

Nous trouvons une opposition du même genre à Marseille. Dans la dernière revue d'Hygiène, M. Olivier exposait les travaux immenses entrepris à Marseille; mais, depuis cette époque, la municipalité a été modifiée et le Conseil actuel, ne pouvant revenir sur les traités signés, après avoir enrayé la marche des travaux s'est arrêté actuellement à cette idée ingénieuse de rendre inutile un système d'égout ayant coûté 30 millions, en se refusant à assurer, par une canalisation appropriée, le déversement à l'égout des fosses d'aisances [4]. Grâce au mauvais vouloir de la Municipalité marseillaise, cette ville a encore aujourd'hui une mortalité de 32 °/₀₀ (Londres 19 °/₀₀) et la variole, par exemple, qui a fait à Paris 17 victimes en 1895, détermine 130 décès par mois à Marseille.

Il est intéressant de signaler, à côté de cette incurie qui caractérise les administrateurs de Rouen et de Marseille, l'activité remarquable de l'Administration municipale havraise. L'épidémie de choléra qui a éclaté au Havre a permis de montrer avec quelle rapidité on pouvait circonscrire et

[1] Emile Conti : Assainissement de Buenos-Ayres. Paris, 1895.

[1] Vallin : Les projets d'assainissement de Rouen. *Revue d'Hygiène*, 20 janvier 1895.

[2] Hue : Rapport sur l'assainissement de Rouen. Rouen, 1894.

[3] Le Villain : Etude personnelle sur l'assainissement de Rouen. Rouen, 1894.

[4] Genis : Assainissement de Marseille. *Revue d'Hygiène*, avril 1896 (inédit).

éteindre le fléau en utilisant les mesures hygiéniques aujourd'hui recommandées : organisation d'un Bureau d'hygiène centralisant les services de renseignements et de désinfection ; isolement rapide des malades. Et cependant le Havre est dans de mauvaises conditions sanitaires ; le bacille de la fièvre typhoïde foisonne dans le sol [1], certains quartiers présentent un état hygiénique déplorable, et la mortalité y atteint le chiffre de 110 $^0/_{00}$. Mais ici la Municipalité qui connaît le danger est désarmée par l'insuffisance des crédits dont elle dispose et il faudrait que l'Etat intervînt.

IV. — Désinfection.

Il est impossible de résumer, même succinctement, les travaux parus depuis deux ans sur l'action bactéricide d'une série de substances, parmi lesquelles un certain nombre ne sont que des produits industriels, mélange d'agents divers, auquel on donne un nom spécial et dont on vante les propriétés merveilleuses.

Nous devons cependant signaler quelques travaux importants sur la désinfection des appartements. Cette question est d'autant plus intéressante que, d'après le projet de loi voté par la Chambre des Députés et soumis actuellement au Sénat, la désinfection sera désormais obligatoire pour les cas des maladies épidémiques, l'exécution de cette mesure étant confiée aux Municipalités pour les villes de plus de 20.000 habitants et à un Service départemental dans les autres communes.

En France, la désinfection des linges, de la literie se fait autant que possible avec les étuves à vapeur sous pression, alors qu'en Allemagne les étuves à vapeur fluente sans pression paraissent avoir la préférence.

Il faut reconnaître d'ailleurs une certaine tendance même en France à l'emploi de ces étuves à basse pression.

Parmi les derniers modèles proposés, on peut citer l'étuve de Vaillard et Besson[2], qui est un progrès incontestable sur les types allemands, puisqu'on opère à la fois et sous un courant de vapeur et avec une température de 115°. On peut même, quand il s'agit de tissus de soie, par exemple, qui ne peuvent supporter cette température, supprimer le premier et agir avec la vapeur fluente seule, mais dans ce cas légèrement phéniquée. Les épreuves bactériologiques ont montré la sécurité de l'appareil qui offre sur les grandes étuves avec pression le double avantage d'être beaucoup moins coûteux et d'un maniement plus facile.

M. Drouineau[1], recherchant, pour la désinfection des vêtements des hôtes passagers des asiles de nuit, un type d'appareil facile et rapide, se loue d'une étuve par la vapeur fluente à très basse pression, construite dans ce but par M. Fouché, de la maison Geneste et Herscher, qui permet d'opérer la désinfection en une demi-heure. La température ne dépasse pas 100° ; mais elle paraît suffisante.

Nous pourrions encore signaler les étuves de MM. Putzeys [2] en Belgique, de MM. Despagnet et Valois [3] en France, ces derniers employant de la vapeur surchauffée sans pression. Le surchauffeur est réalisé par un serpentin enroulé au-dessous de la chaudière génératrice ; la vapeur arrivant ensuite dans l'étuve proprement dite peut donner une température de 160°.

Quels que soient en réalité les appareils utilisés, la stérilisation des objets de literie par la chaleur peut être considérée comme résolue. Il n'en est pas de même quand il s'agit de la désinfection des locaux contaminés. L'administration de l'assainissement de Paris emploie, dans ce but, des pulvérisations d'une solution de sublimé au millième après addition d'acide tartrique, d'acide chlorhydrique ou de sel marin. Cette méthode présente quelques inconvénients : la pénétration de la substance antiseptique pulvérisée et non vaporisée n'est pas certaine ; en outre, la valeur antiseptique du sublimé est elle-même fort contestée depuis les travaux de Geppert.

Sclavo et Manuelli[4] soutiennent même qu'étant donnée l'action réductrice des tissus végétaux et animaux sur le sublimé, la désinfection par cette substance est tout à fait incertaine.

Enfin Mörner[5] dresse un autre grief contre l'emploi du sublimé. D'après lui, le sublimé, par suite même des réductions qu'il a subies, donne naissance à du mercure dont les vapeurs peuvent être dangereuses. Il a trouvé du mercure dans les tentures des pièces désinfectées au sublimé, et attribue à des émanations de ce métal les troubles digestifs observés dans un asile préalablement désinfecté au sublimé et dans lequel la présence

[1] Gibert : Des conditions hygiéniques de la ville du Havre. *Bull. Acad. de Médecine*, 10 avril 1894. — Bureau municipal d'hygiène. Relevé général de statistique. Un grand atlas in-4.

[2] Vaillard et Besson : Etuves à désinfection par circulation d'un courant de vapeur sous pression. *Annales de l'Institut Pasteur*, déc. 1894.

[1] Drouineau : Désinfection dans les asiles de nuit. *Revue d'Hygiène*, fév. 1895.

[2] Putzeys : Nouveau système d'étuve à désinfection par la vapeur fluente. *Mouvement hygiénique*, sept. 1894.

[3] Despagnet. Etuve à vapeur surchauffée sans pression. *Revue d'Hygiène*, oct. 1895.

[4] Sclavo et Manuelli : Sulle cause che determinano nella pratica delle desinfezioni la scomparsa del mercurio dalle soluzioni di sublimato. *Revista d'Igiene*, oct. 1894.

[5] Mörner : Einige Beobachtungen über das Verdampfen von Queksilber in den Wohnraumen. *Zeitsch f. Hygiene*, t. XVIII, p. 251.

du mercure était encore décelée six mois après la désinfection.

Les recherches doivent donc porter sur ce problème : dégager dans la pièce infectée une substance antiseptique sous forme de vapeur ou de gaz, non dangereuse à respirer, d'un grand pouvoir de pénétration, à odeur non persistante.

Les recherches récentes sur l'action de l'acide sulfureux montrent que son action, quoique réelle, est encore trop aléatoire. En Angleterre, cependant, depuis l'emploi de récipients d'acide sulfureux liquéfié, qui simplifient le maniement en éloignant tout danger d'incendie, on paraît revenir à son utilisation. Les fumigations de chlore (chlorine, euchlorine) sont également employées ; les recherches de Delépine et de Ransome[1], relatives aux effets antiseptiques de ces vapeurs sur le bacille tuberculeux, sont cependant peu favorables. Des papiers de tentures, imprégnés de cultures virulentes, étaient placés dans la pièce remplie de vapeurs de chlore, puis des cobayes étaient inoculés avec les raclures des papiers mêlées à du bouillon stérilisé. Sur seize animaux inoculés, huit devinrent tuberculeux. Dans tous les cas, ces vapeurs sont corrosives, abîment les tentures et rendent la pièce inhabitable plusieurs jours.

L'aldéhyde formique, étudié par Lœw, Trillat, Miquel[2], Cambier[3], Van Ermengem[4], Zwiback, paraît jusqu'ici répondre le mieux aux desiderata des hygiénistes. C'est à lui que Miquel donne la préférence dans son travail sur la désinfection des poussières sèches des appartements.

Les vapeurs d'aldéhyde formique en solution à 1 $^0/_{00}$ suffisent pour détruire à la longue la spore charbonneuse ; mais avec des solutions plus fortes, à 1 % par exemple, cette action bactéricide est beaucoup plus rapide et là où l'acide sulfureux à haute dose, les pulvérisations de sublimé à 1 $^0/_{00}$ ont échoué, l'aldéhyde formique dilué a suffi pour aseptiser la pièce.

C'est qu'outre leur pouvoir microbicide si énergique, les vapeurs d'aldéhyde formique possèdent la propriété précieuse d'être très pénétrantes, c'est-à-dire d'aller détruire les microbes dans la profondeur des sédiments accumulés sur une grande épaisseur.

Comme technique, rien de plus simple ; on peut charger une pièce de vapeurs d'aldéhyde :

1° En aspergeant et arrosant le plancher avec une solution à 1 % ;

2° En exposant les solutions d'aldéhyde (1 à 5 %) dans des cuvettes de bois, de porcelaine ou de grès.

3° En utilisant la réaction classique de Hofmann pour la production de l'aldéhyde formique, combustion incomplète de l'alcool méthylique au contact de l'air et du platine incandescent. Nous n'avons pas ici à entrer dans la discussion de priorité sur l'utilisation de ce procédé, ni à discuter la valeur comparative du brûleur de Cambier et Brochet ou de la lampe formogène de Trillat. Tous ces appareils fournissent en quantité des vapeurs d'aldéhyde formique, mais, malheureusement aussi, une certaine quantité d'oxyde de carbone. Dans les expériences poursuivies par Cambier sous la direction de Gréhant, on a trouvé, dans le sang des animaux placés dans les pièces soumises à la désinfection, les bandes d'absorption caractéristiques de l'hémoglobine oxycarbonée.

Il est vrai que Trillat a répondu à cette objection en montrant qu'avec quelques précautions très simples on évitait cette formation d'oxyde de carbone. Sous le nom de Formaline, de Formol, on vend dans le commerce des solutions d'aldéhyde formique à 40 % qui ont donné de bons résultats entre les mains de Van Ermengem, de Zwiback, etc., résultats concordant avec ceux obtenus par Miquel.

De plus, après la désinfection par le formol, il persisterait pendant quelque temps une odeur désagréable, prenant à la gorge, odeur qui, dans certains cas, dépasserait la pièce désinfectée et atteindrait les pièces ou les logements voisins. Mais, d'après Trillat, on peut éviter sûrement cet ennui en n'utilisant que de l'alcool méthylique rigoureusement pur à 95 degrés et en aérant largement immédiatement après la désinfection ; de la sorte, de deux à quatre heures après la désinfection, toute odeur aurait disparu.

Parmi les désinfectants préconisés dans ces dernières années, nous relevons, un peu au hasard, il faut l'avouer : les solutions alcalines de goudron et de vinaigre de bois qui, d'après Goriansky[1], exercent une action bactéricide énergique sur le bacille tuberculeux, principalement le vinaigre de bois ! Il suffirait de deux heures avec ce dernier en solution très concentrée pour stériliser les crachats. Potapoff[2] recommande certaines variétés de naphte qu'il désigne sous les variétés I et II

[1] Delépine et Ransome : A report on the desinfection of tubercle infected houses. Analyse in *Revue d'Hygiène*, juin 1895.

[2] Miquel : Sur la désinfection des poussières sèches dans les appartements. Un vol. in-8. Carré, 1895.

[3] Cambier : Sur la désinfection des locaux par l'aldéhyde formique. *Revue d'Hygiène*, fév. 1895.

[4] Van Ermengem : Recherches sur la valeur de la Formaline. *Arch. de Pharmacodynamie*, 1894.

[1] Goriansky : De la désinfection des crachats tuberculeux par le vinaigre de bois. Thèse de St-Pétersbourg, 1895. *Revue d'Hygiène*, mars 1895.

[2] Potapoff : Propriétés désinfectantes de quelques dérivés du naphte. Thèse de St-Pétersbourg, 1894. *Revue d'Hygiène*, mars 1895.

comme désinfectant énergique des selles cholériques. Il suffit, d'après lui, de 15 ‰ de naphte I pour tuer en 15 minutes les bacilles cholériques. Cette action serait donc presque aussi puissante que la créoline, admise par Vincent comme le meilleur désinfectant dans l'espèce : 6 ‰. Ces naphtes ont en outre l'avantage du bon marché, au moins en Russie, puisqu'elles proviennent des déchets de la distillation des pétroles.

La vulgaire lessive de ménage constitue un excellent agent antiseptique et les récents travaux de Max Jolles viennent confirmer les résultats antérieurement signalés. Du linge, imprégné par une culture de bacille typhique, traité par une eau de savon à 10 %, est stérilisé en 15 minutes : aussi Netter, en analysant le travail de Max Jolles [1], arrive-t-il à cette opinion rassurante que le lessivage au savon est le procédé de désinfection le plus sûr et le plus naturel du linge, nous pourrions ajouter : et des mains. Néanmoins, et quelle que soit notre confiance dans le savon, nous ne pouvons blâmer les chirurgiens qui s'ingénient à trouver de puissants et efficaces antiseptiques et nous devons signaler les recherches de Monod et Macaigne [2] sur l'oxycyanure de mercure qui, à la dose de 5 ‰, serait bien supérieur au sublimé sans avoir l'action de ce dernier sel sur les instruments.

V. — Maladies contagieuses.

Nous serons très courts sur ce chapitre, car nous pouvons dire qu'en dehors de la sérumthérapie, qui tend de plus en plus à devenir une méthode générale de traitement, il n'a rien été fait de bien important dans ces dernières années, et les recherches sur la désinfection des selles de typhiques, des crachats des tuberculeux ayant été signalées ailleurs, nous ne croyons devoir insister que sur quelques faits nouveaux concernant la malaria, la malléine et la variole.

§ 1. — Malaria.

Le mode de transmission de la malaria est toujours discuté. Nous devons signaler un intéressant travail de Di Mattei [3].

Il réussit tout d'abord à reproduire chez deux individus sains, et n'ayant jamais été exposés aux effluves malariques, le type quart, en injectant sous la peau 2 centimètres cubes de sang veineux d'un individu atteint de ce type. Les hématozoaires, reconnus chez l'individu malade, furent retrouvés aux différents stades de leur développement, chez les sujets injectés. La période d'incubation avait été de onze et dix-sept jours, et la température qui atteignit 40° tomba sous l'influence de la quinine.

Des observations expérimentales analogues furent obtenues en prenant le sang d'individus atteints de la maladie de Laveran, et les corps en croissant furent retrouvés chez les sujets injectés, puis ces corps disparurent. Quant à la transformation d'un type en un autre type, observée par Gualdi, Angelini, Antolisei, Mattei l'explique par la présence de plusieurs espèces différentes dans le sang, et qui agissent à des moments différents. Il n'admet pas, en effet, l'unité spécifique de l'agent malarique, mais soutient l'existence de plusieurs espèces essentiellement différentes, quoique susceptibles de se présenter suivant leur stade de développement sous des aspects variables.

Dans ses expériences sur les pigeons, Di Mattei est arrivé à des résultats fort différents. Jamais il n'a pu transmettre la maladie d'un oiseau à l'autre, soit en mettant en contact les animaux atteints de parasites et les animaux sains, soit par des injections sous-cutanées ou intra-veineuees.

On ne trouve, d'ailleurs, aucune élévation thermique chez l'oiseau, dans le sang duquel les hématozoaires abondent, et l'injection de ce sang à l'homme n'amène aucune perturbation. Di Mattei rejette donc l'identité que Danilewsky veut établir entre les hématoparasites des oiseaux et ceux observés chez l'homme atteint de la malaria. Mais le savant russe [1] n'abandonne pas son idée de l'unité de l'infection paludéenne. D'après lui, si Di Mattei n'a pas trouvé chez les pigeons les symptômes ordinaires du paludisme : température fébrile, action tutélaire de la quinine, etc., c'est que ses observations ont porté sur des oiseaux atteints d'affection chronique, et qu'il en est tout autrement quand on observe des accidents aigus. Dans un tableau très développé, il montre que le *polimite* flagellé, observé dans le sang des oiseaux, se comporte comme celui trouvé dans le sang des paludéens : même vie intra-cellulaire, même segmentation et désagrégation, formation identique de mélanine, etc., etc.

L'impossibilité jusqu'ici de cultiver ces hématozoaires ne permet pas de trancher cette question de l'unité de la malaria.

Nous reparlerons plus loin de la prophylaxie du paludisme à propos de l'hygiène coloniale. Signalons encore cependant un travail de Le-

[1] Max Jolles : Untersuchungen uber Desinfectionsfahigkeit von Seifenlösungen. *Zeitsch. f. Hyg.* 1895, p. 130.

[2] Monod et Macaigne : Valeur antiseptique de l'oxycyanure de mercure. *Presse médicale*, 13 novembre 1895.

[3] Di Mattei : Beitrag zum Studium der experimentellen malarischen Infektion an Menschen und an Thieren. *Arch. f. Hygiene*, t. XXII, f. 3, p. 131.

[1] Danilewsky : Théorie unitaire de l'infection paludéenne chez l'homme et les animaux. *Arch. russes de Pathol. de Médecine et de Bactériologie*, 1896, n° 1.

moine [1] qui affirme avoir reconnu les hématozoaires de Laveran dans le sang des paludéens du Tonkin et de l'Annam.

Jusqu'ici, les recherches faites dans ce but avaient été infructueuses, et nous devons dire, d'après l'auteur lui-même, que ses parasites n'ont pas été reconnus dans les préparations qu'il avait adressées à Paris, à « des experts compétents ». Toutefois, cet échec n'est pas démonstratif. Tous ceux qui ont étudié les hématozoaires connaissent leur fragilité et leur faible résistance aux réactifs.

§ 2. — Variole.

Les recherches bactériologiques sur la lymphe vaccinale ou les humeurs varioliques se multiplient sans amener de résultats démonstratifs, et le microorganisme spécifique de cette maladie, qui, longtemps avant Pasteur, avait eu son vaccin, est encore inconnu. En 1892, Guarnieri, à la suite d'inoculations varioliques ou vaccinales, dans la cornée du lapin, avait signalé l'existence de certains parasites, qu'il désigna sous le nom de citoryctes et qui se fixaient au voisinage des noyaux des cellules épithéliales.

En 1894, Pfeiffer confirme les observations de Guarnieri; d'un autre côté, Piana et Galli-Valerio, Clarke, admettent l'existence de sporozoaires, de corps ellipsoïdes avec ou sans pseudopodes, avec ou sans noyaux, qu'ils ont trouvés dans des préparations histologiques de pustules purulentes ou de cornée atteinte de kératite ulcéreuse variolique; toutefois, en Italie même, Ferroni et Massari hésitent à reconnaître dans ces corpuscules de vrais parasites, et ils croient qu'il s'agit soit de centrosomes, soit d'éléments leucocytaires.

Les recherches récentes de E. Pfeiffer, faites sous l'instigation de Butschli à Heidelberg, sont en confirmation avec ses travaux antérieurs. Les corpuscules de Guarnieri n'existent en effet qu'après l'inoculation de la vaccine dans l'œil; on ne les trouve pas quand on détermine l'inflammation par un agent chimique.

Ogata [2], en étudiant la lymphe vaccinale humanisée, la vaccine de génisse et la lymphe variolique, a trouvé spécialement des protozoaires, notamment des grégarines, se rattachant au genre *Clepsidriana;* malgré quelques différences observées dans les trois humeurs étudiées, différences portant sur la forme et sur la coloration, Ogata croit qu'il s'agit de parasites identiques, mais subissant, sous des influences diverses, des modifications morphologiques.

En Amérique, Stephen Martin[1] aurait obtenu de la lymphe vaccinale des cultures pures d'un microbe ressemblant tantôt à un bacille, tantôt à un microcoque. Cultivé dans le sérum, ce microbe, inoculé ensuite chez le veau, aurait donné lieu à des pustules vaccinales dont la lymphe a pu servir à vacciner. Martin a obtenu chez l'enfant une pustule vaccinale typique par l'inoculation directe d'une culture pure de quatorzième passage de ce bacille.

Le Dantec [2], ayant trouvé, dans le sang et dans les viscères des varioleux, un streptocoque spécial, n'a pas hésité à le désigner sous le nom de variolocoque « pour plus de commodité, dit-il, et sans rien préjuger de sa spécificité ». Il aurait peut-être été plus prudent d'attendre la confirmation de ses recherches avant de lui donner un nom aussi spécifique. Ce microorganisme, que Le Dantec a trouvé à peu près partout chez les varioleux, a été cultivé par lui sur agar, facilement quand on l'a recueilli dans le sang, plus difficilement, et après passage en milieu liquide à l'abri de l'air, quand il provient des pustules.

Le virus provenant des pustules serait, en effet, comparé à celui du sang, un virus atténué, beaucoup moins actif et, par suite, exigeant pour se développer quelques précautions spéciales.

§. 3. — Morve.

La découverte de la malléine en 1891 a permis de déceler certains cas de morve latente et larvée, qui, par le fait même qu'ils passaient inaperçus, étaient des plus dangereux. Un certain nombre de cas de morve éclatant sur des individus n'ayant pas été en contact avec des chevaux malades, en apparence du moins, s'expliquent par l'existence chez ces animaux d'une morve larvée. L'injection de la malléine, se comportant, sur les animaux en puissance de morve, comme la tuberculine sur les animaux infectés par le bacille tuberculeux, c'est-à-dire déterminant une réaction fébrile caractéristique, permettrait d'éliminer tous les animaux malades. Mais cette injection de contrôle rencontre, parmi un certain nombre de vétérinaires, une résistance considérable. Les séances de la Société de Médecine vétérinaire, dans lesquelles on a discuté la question, ont été nombreuses et agitées [3].

---

[1] Lemoine : Notice pour servir à l'histoire du paludisme intertropical. *Arch. de Méd. navale*, mars 1896, p. 217.

[2] Ogata : Ueber die Sporozoa der Vaccinelymphe und deren Bedeutung fur die Krankheit. *Mittheilungen der. med. Fak. des K. J. Universitat. Tokio* 1895, t. III, fas. 2. Analyse in *Hygienische Rundschau*, 1895, p. 1093.

[1] Stephen Martin : Du microbe de la vaccine. Troisième Congrès des médecins américains. Washington, 25 mai 1894.

[2] Le Dantec : Etude bactériologique de la variole. *Presse Médicale*, 1er décembre 1894.

[3] *Bulletin de la Société de Médecine vétérinaire*, 20 avril, 30 mai 1893 ; 30 janvier, 28 février, 15 mars, 30 mars 1894.

Leblanc, s'appuyant sur les expériences faites au dépôt de Montoire, combattait la malléine comme diagnostic utile et certain de la morve, et soutenait, par suite, qu'on n'avait pas le droit d'imposer aux propriétaires l'injection de la malléine, ni celui de déclarer morveux un animal ayant réagi à la malléine et qui pouvait n'être que suspect; il n'admettait pas en outre la curabilité possible de la morve. A cette opposition, Nocard répond par des arguments et des exemples intéressants : l'injection de malléine détermine chez les animaux morveux, outre la réaction fébrile, l'existence de tubercules translucides; or chez quelques animaux abattus après avoir résisté à la malléine, n'ayant présenté aucune réaction caractéristique, on retrouve quand même ces tubercules signanalétiques : Nocard explique l'absence de réaction par la guérison. Ces animaux n'étaient plus morveux, les tubercules ne renfermaient plus que des cadavres de bacilles.

Quoi qu'il en soit, l'injection de malléine n'est pas encore rendue obligatoire; toutefois les grandes Compagnies qui emploient une sorte de cavalerie, tenant compte des dures leçons de l'expérience passée, n'admettent plus de chevaux, s'ils n'ont subi heureusement l'épreuve de la malléine; il serait utile que cette mesure se généralisât également dans l'armée. Outre la valeur des chevaux abattus, dans les épidémies de morve, il faut encore tenir compte des dangers auxquels sont exposés les palefreniers, les cavaliers, etc.

En restant sur ce sujet de la morve, signalons les recherches de Nocard [1] et de Cadéac [2] sur la transmission de la morve par les voies digestives. Les résultats de ces deux expérimentateurs sont d'ailleurs opposés, mais l'animal d'épreuve étant différent, on ne saurait conclure; alors que Nocard a pu communiquer la morve à un âne en lui faisant manger une carotte renfermant des cultures de morve, Cadéac a échoué sur 12 cobayes nourris pendant longtemps avec de l'avoine arrosée de liquides très morveux, alors que ces mêmes animaux se tuberculisaient très rapidement quand on les nourrissait avec des matières riches en bacilles de Koch.

En Allemagne, d'ailleurs, nous trouvons un certain nombre d'auteurs qui contestent encore l'action spécifique de la malléine. C'est ainsi que Schutz [3], expérimentant sur 56 chevaux, a trouvé chez 15 d'entre eux une réaction fébrile de plus de 1°5, chez 7 autres une réaction entre 1 et 1°5, alors qu'à l'autopsie aucun d'eux ne présentait de lésions caractéristiques; il conclut qu'il est impossible de faire de cette réaction fébrile un symptôme caractéristique. Péters [1] aboutit aux mêmes conclusions à la suite de ses observations faites pendant une épidémie de morve dans le district de Bromberg : chez les jeunes chevaux, au-dessous de quatre ans surtout, le diagnostic rêvé est tout à fait impossible.

C'est encore la même conclusion, plus formelle encore, que nous trouvons dans un travail très documenté de Prus [2]; ce dernier insiste principalement sur l'action lymphagogue de la malléine. L'injection sous-cutanée de malléine détermine une poussée énergique de lymphe dans le torrent sanguin, d'où une leucocytose très nette. Il existerait toutefois une différence fondamentale dans la réaction présentée chez les animaux sains et les animaux morveux. Chez le cheval sain, les leucocytes sont mononucléés, alors qu'ils sont polynucléés chez les chevaux malades.

Avec Engelen [3] nous trouvons plus d'hésitations, puisque, tout en paraissant se rallier aux idées de Schutz, de Prus, il n'ose donner une conclusion formelle et se contente de dire que de nouvelles recherches sont nécessaires pour pouvoir affirmer la valeur ou la non-valeur de la malléine comme agent de diagnostique.

En Russie, la malléine est plus en faveur, et Semmer [4] n'hésite pas à déclarer, après avoir expérimenté sur 952 chevaux, qu'elle constitue le meilleur de tous les réactifs de la morve.

VI. — Hygiène coloniale.

L'expédition de Madagascar a de nouveau attiré l'attention sur cette branche importante de l'hygiène, et malheureusement les enseignements que l'on devait tirer d'un passé assez récent ne paraissent pas avoir été mis à profit par l'Administration de la Guerre.

Nous n'avons pas encore aujourd'hui de renseignements suffisamment précis sur l'organisation sanitaire à Madagascar pour juger avec connaissance de cause les erreurs commises là-bas. Toutefois les résultats connus suffisent pour démontrer l'insuffisance des moyens mis en œuvre. L'expédition antérieure du Dahomey, malgré quelques erreurs de détails, avait permis d'espérer

[1] Nocard : Pathogénie de la morve. *Recueil de Médecine vétérinaire*, avril 1894.

[2] Cadéac : Transmission de la morve par les voies digestives. *Lyon médical*, avril 1894.

[3] Schutz : Malleinversuche. *Archiv. f. wissensch. und prak. Thierheilkunde*, t. XX, 5, 6, 1895.

[1] Peters : Das Rotztilgungsverfahren mit Einschluss der Malleinimpfung im Bromberg. *Berl. Thierarztk Wochens.* 1894, n° 40-41.

[2] Prus : Ueber die Wirkung des Malleins auf das Blut und uber seinen diagnostischen Werth. *Œsterr. Zeitsch. f. Wissensch. Veterinarkunde*, t. IV, 5. 7.

[3] Engelen : Das Mallein in der thierarztlichen Praxis *Deutsche Thierarztkunde Wochens.* 1895, n° 1.

[4] Semmer : Sur la valeur diagnostique de la malléine. *Archives russes des Sciences biologiques*, 1894, t. III, n° 2.

que nos soldats ne seraient plus victimes des vices d'organisation qui avaient amené les désastres sanitaires de Kelung et des îles Pescadores, sans parler des fautes commises au Tonkin.

Pour la campagne du Dahomey, nous trouvons, en effet, de précieux renseignements dans le rapport de Barthélemy. Il nous montre d'abord l'endurance supérieure des hommes de la Légion étrangère comparés aux troupes de l'Infanterie de marine. Il y a là une indication précieuse pour l'organisation future de nos troupes coloniales. Le service de trois ans ne doit plus permettre d'utiliser les troupes du contingent. Toutes les recherches médicales montrent, en effet, que c'est entre 27 et 40 ans que la résistance aux fièvres des pays chauds est la plus grande. Or, nos soldats ont généralement 22 ans quand ils peuvent être tirés des dépôts d'instruction. On ne fait pas campagne dans les pays tropicaux avec des hommes de cet âge. La Légion étrangère, au contraire, est composée d'hommes d'une trentaine d'années environ, entraînés déjà par le climat d'Afrique, les rudes campagnes du Sud-Algérien, quelques-uns même comptant un certain séjour au Tonkin. La plupart sont, dans une certaine mesure, aguerris contre la fièvre. Les récidivistes paludéens résistent mieux que les nouveaux venus. Cette résistance des hommes de la légion est d'autant plus instructive que la grande majorité des légionnaires est de race germanique. Or, cette race, ainsi que le démontrent nos statistiques algériennes, a toujours présenté, dans cette contrée relativement tempérée, une tendance à l'acclimatement faible et pour ainsi dire nulle. Les colons français, surtout ceux du sud de la France, sont plus aptes à s'acclimater.

Les observations faites au point de vue des résultats obtenus par quelques mesures hygiéniques sont intéressantes à signaler.

La question de l'eau, qui se présente chaque fois qu'il s'agit d'hygiène, se pose surtout en matière d'expédition coloniale. Si la contagion du paludisme par l'eau rencontre encore des sceptiques, il n'en est pas moins vrai que les plus incrédules, les adversaires les plus décidés de la *Trinkwassertheorie* reconnaissent la nécessité de purifier l'eau. Et il est désormais hors de doute que les germes de la dysenterie, qui décime les troupes en marche dans les pays tropicaux, se trouvent, en partie du moins, dans l'eau.

Au Dahomey, le service d'eau filtrée avait été organisé avec beaucoup de soin dans tous les postes situés sur le littoral et la distribution régulière d'une eau pure, fraîche et en quantité suffisante, a certainement contribué au maintien du bon état sanitaire relevé dans nos établissements de la côte. Mais, en colonne, les difficultés croissent à mesure que l'on s'avance, surtout lorsqu'il n'existe aucune route tracée et que les moyens de transport font défaut. Tant que le corps expéditionnaire put remonter l'Ouémé et se maintenir en contact permanent avec les bases de ravitaillement par les canonnières qui faisaient le service entre la colonne et la côte, l'état sanitaire se maintint bon. L'eau du fleuve était abondante, claire, et il était facile de la filtrer avec les filtres Chamberland. Remarquons à cet effet que des deux types emportés : 1° batterie de 25 bougies pesant 75 kilogrammes, et 2° batterie de 15 bougies pesant 30 kilogrammes, le dernier seul est susceptible d'utilisation dans les conditions d'alors, c'est-à-dire quand tous les transports doivent se faire à dos d'hommes.

Malheureusement, c'est quand les filtres devinrent surtout nécessaires que leur fonctionnement fut arrêté. Quand la colonne quitta les rives de l'Ouémé pour se diriger vers Abomey, dans cette marche épouvantable, si bien décrite par M. d'Abecca[1], elle ne rencontra plus qu'une eau limoneuse, chargée d'argile et de détritus organiques, et les filtres, rapidement encrassés, devinrent bientôt inutilisables. On essaya bien, il est vrai, de recourir à l'alunage, qui permettait une précipitation des matières minérales et rendait la filtration théoriquement possible. Mais il est indispensable, dans ces conditions, de procéder à la décantation, et c'est là une complication de plus, qui demande et des ustensiles et du temps, toutes choses qui manquaient à la colonne en marche.

Cette question de la purification de l'eau en campagne doit certainement fixer l'attention. Les appareils de Geneste et Herscher, applicables aux troupes européennes, au besoin même aux endroits desservis par une route et surtout par un cours d'eau navigable, sont trop encombrants pour une colonne en marche. Les filtres Maignen, constitués par une toile d'amiante, recouverte d'une composition spéciale de charbon mélangé de chaux et que l'inventeur désigne sous le nom de carbo-calcis, sont certainement beaucoup plus portatifs, plus faciles à nettoyer, et donnent un bon débit. Toutefois, malgré le rapport favorable du Professeur Laveran[2], et, bien qu'à Panama, dans le chantier d'Orispo, ils paraissent avoir convenablement fonctionné[3], l'emploi de ces appareils ne s'est pas répandu.

Il n'est donc pas inutile de rappeler ici la désin-

[1] Barthélemy : La guerre du Dahomey. Rapport médical. *Arc. de méd. navale*, 1894. p. 161.

[1] L. D'Abecca : *Tour du Monde*. 1894.

[2] Laveran : Les filtres Maignen. *Arch. de Méd. milit.*, septembre 1886.

[3] Nicolas : Terrassements en chantiers paludéens, p. 407

fection par le permanganate de potasse à la dose de 1 gramme pour dix litres d'eau, avec précipitation ultérieure de l'excès d'antiseptique par un peu de sucre ou d'alcool. Ce procédé, combiné avec l'alunage et un filtrage grossier, paraît, jusqu'à présent, être le plus pratique [1].

Il est un fait certain, c'est que la dysenterie, — qui avait laissé presque indemne la colonne expéditionnaire depuis son débarquement, — fit son apparition précisément au mois d'octobre, alors que les troupes, enfoncées en pays marécageux, ne pouvaient plus boire de l'eau filtrée.

Au moment de l'expédition de Madagascar et malgré les objurgations des gens compétents, le Ministre de la Guerre réclama la direction de l'expédition, et l'utilisation des troupes prises dans les garnisons de France. Plus de six mois furent consacrés à la mobilisation des troupes; on pouvait espérer que toutes les dispositions étaient prises et bien prises.

Or, dans les bureaux de la guerre, on avait calculé pour l'approvisionnement des hôpitaux sur une moyenne de 12 °/₀ de malades. Quelques chiffres suffiront pour montrer l'écart formidable qui devait se produire entre les évaluations faites dans les bureaux de la rue Saint-Dominique et la réalité. La 11e compagnie du génie est réduite en 47 jours à 7 hommes sur un effectif de 150 au départ. Le 1er bataillon du 200e, en juillet, deux mois après son débarquement, n'avait plus que 45 valides; 755 soldats étaient morts ou malades. A la fin de septembre le 200e, le 40e chasseurs à pied, l'escadron de chasseurs d'Afrique avaient complètement disparu, et c'est avec les troupes d'Infanterie de marine, de la Légion étrangère et des bataillons indigènes d'Haoussas et de Malgaches que le général Duchesne put entreprendre l'héroïque équipée de la marche sur Tananarive.

Nous avons vu qu'au Dahomey, la Légion étrangère avait beaucoup mieux résisté que l'Infanterie de marine. A Madagascar, nous voyons cette dernière se maintenir encore quand les troupes de la guerre ont disparu. Les causes sont les mêmes; l'Infanterie de marine compte aujourd'hui beaucoup de rengagés, tous ses cadres ont fait campagne aux colonies et connaissent par suite les conditions d'existence de ces pays, les mesures d'hygiène usuelles qu'il faut prendre.

L'expédition de Madagascar peut se résumer en trois lignes : 25 °/₀ de morts, 50 °/₀ de malades, 25 °/₀ de valides, si une telle désignation peut être notée aux simples fiévreux qui ont pu faire leur service jusqu'au bout.

Cette mortalité exceptionnelle trouve son explication dans les fatigues imposées aux soldats par suite de la mauvaise organisation de l'expédition. La campagne de 1885 aurait dû renseigner les bureaux sur le peu de cas que l'on pouvait faire de l'élément indigène local; nos prétendus protégés Sakalaves se sont dérobés avec rapidité, et les porteurs et travailleurs ont fait défaut.

Cette question des porteurs est capitale dans les expéditions coloniales. La guerre là-bas est toute différente des guerres européennes, où chaque homme est un combattant. Il nous faut, au contraire, revenir aux pratiques des époques anciennes, où chaque guerrier spartiate traînait avec lui six ilotes. Les Anglais ont admirablement compris cette nécessité morale et hygiénique. Aux Indes, aucune corvée n'est faite par les soldats; les domestiques blancs sont rigoureusement interdits; mais, à chaque régiment européen, sont attachés des domestiques indigènes, *native followers*, en nombre considérable.

Reynaud [1] insistait, déjà en 1893, sur la nécessité d'épargner tout terrassement aux troupes blanches. « Au Soudan, à Diego-Suarez, partout on note la même observation : la morbidité et la mortalité ont été considérablement augmentées par les travaux exécutés pour les établissements des postes. ».

L'emploi de la quinine comme moyen préventif des accidents palustres a encore été vivement discuté à propos de cette expédition. Il semble bien établi, malgré quelques opposants parmi lesquels nous devons citer Le Roy de Méricourt, Navarre, Raynaud, que l'usage de la quinine prise à dose suffisamment élevée (0 gr. 30 tous les jours ou 0 gr. 60 tous les deux jours) (Laveran [2]), s'il n'assure pas l'immunité complète contre le paludisme, prévient au moins les accès pernicieux, contre lesquels le médecin est le plus désarmé [3].

Quant au rapatriement des malades, nous avons insisté, dans un article de la *Presse Médicale* [4], sur l'incurie criminelle qui a présidé à cette opération. Les 2m375 affectés aux hommes à bord des cargo-boats nolisés dans ce but, étaient absolument insuffisants, et la Marine ou la Guerre n'a pas su utiliser les magnifiques transports-hôpitaux du type de l'*Annamite*.

En réalité, la seule mesure prophylactique sérieuse est la création d'une armée coloniale, constituée par des hommes faits et servis par des indigènes.

Dr P. Langlois,
Chef du Laboratoire de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris.

[1] P. Langlois : De la filtration de l'eau en campagne. *Presse médicale*, juin 1895.

[1] Reynaud : Armée coloniale au point de vue de l'hygiène pratique. *Archiv. de Méd. navale*, 1893-1894.

[2] Laveran : Emploi de la quinine contre le paludisme. *Revue d'Hygiène*, 20 mars 1896.

[3] Quennec, Fruitet, Manin, etc. : Mémoires et rapports divers in *Arch. de Méd. navale*, 1895-1896.

[4] P. Langlois : Le Rapatriement des troupes de Madagascar. *Presse Médicale*, 6 nov. 1896.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA ROUE HYDRAULIQUE PELTON

Les descriptions des nombreuses installations hydro-électriques qui ont été faites en Californie pendant ces dernières années, montrent que l'emploi d'une roue un peu négligée en Europe, la roue hydraulique Pelton, est très répandu aux Etats-Unis. Il y a quelques mois, le *Franklin Institute*, sur le rapport de l'un de ses comités, a décerné à M. Pelton la *Elliot Cresson Medal*. Aussi, bien que l'invention ne soit pas absolument récente, croyons-nous devoir appeler l'attention de nos lecteurs sur l'intérêt qu'elle présente. En France, les roues de ce genre ne sont que peu ou point utilisées; elles semblent avoir cependant de sérieuses qualités, que l'histoire rapide des moteurs hydrauliques va nous permettre de mieux apprécier.

Connus depuis très longtemps, c'est seulement à la fin du siècle dernier qu'ils commencèrent à faire quelques progrès. Les anciens les employaient déjà. On lit, dans l'ouvrage de l'architecte romain Vitruve, la description d'un moulin mû au moyen d'une roue à palettes planes disposées dans le prolongement des rayons; elle était établie en plein courant. D'autre part, nous trouvons, dès le XVIIe siècle, un autre type de roues fort employées dans le midi de la France, mais qui ne valent guère mieux au point de vue du rendement que celle de Vitruve: ce sont les *roues à cuillers* et les *roues à cuves*. Elles ont un axe vertical, et leurs palettes sont des surfaces courbes, ayant la forme approximative d'une cuiller. L'eau est amenée à ces roues au moyen d'une conduite spéciale et, par son choc sur les palettes, détermine le mouvement. La verticalité de l'axe est un avantage lorsqu'il s'agit de la conduite des moulins, puisque les roues peuvent alors être directement accouplées aux meules. Mais tous ces genres de moteurs ont des rendements très défectueux. Nos pères n'en connaissaient pas suffisamment la théorie; le guide qui leur aurait été nécessaire dans les recherches de perfectionnement n'apparut que vers le milieu du XVIIIe siècle. C'est alors que Bernouilli, Borda, Euler, entreprirent les premières études sérieuses sur les roues hydrauliques. Ils reconnurent que, pour obtenir le rendement maximum, il faut que l'eau entre *sans choc* dans la roue et qu'elle la quitte *sans vitesse*. Ces deux conditions, qui n'étaient nullement respectées par les anciens types, comme on peut facilement le constater, sont excessivement importantes. Des considérations pratiques empêcheront toujours qu'on y satisfasse d'une manière parfaite. Mais les moteurs seront d'autant meilleurs qu'ils les rempliront mieux.

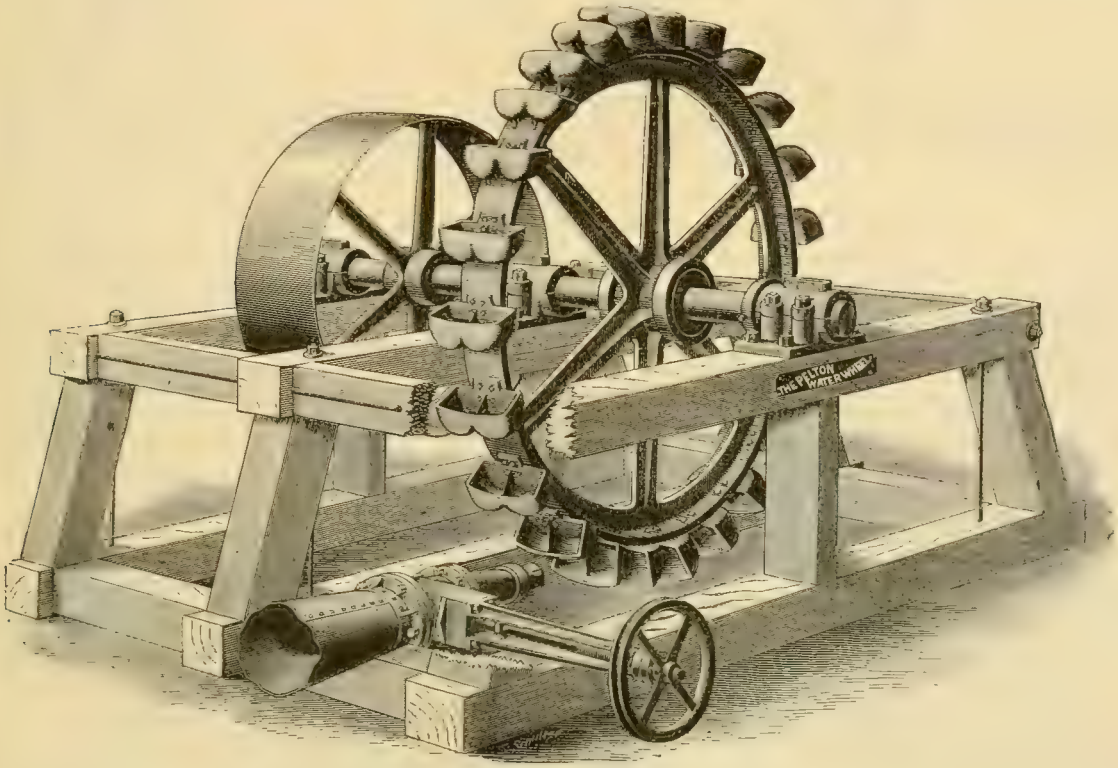


Fig. 1. — *Roue Pelton.* — Cette roue, calée sur le même arbre qu'une poulie située à gauche de la figure, est installée sur une charpente en bois très grossière et très simple. Au premier plan en bas, on voit l'ajutage qui sert à amener l'eau sur la roue, et le volant de fermeture de l'ajutage.

Les études des savants que nous avons cités ne recurent pas, à notre connaissance, d'application immédiate. Elles furent continuées en 1819 par Navier et d'Aubuisson et, vers 1824, l'ingénieur en chef des mines Burdin construisit, d'après les principes énoncés, une roue à axe vertical à laquelle il donna

le nom de *turbine;* elle fut reprise et perfectionnée quelques années plus tard par son élève Fourneyron. De son côté, et à la même époque que Burdin, Poncelet fut conduit à l'étude des roues utilisant la force vive de l'eau. Dans ses conférences, faites à l'Ecole d'Artillerie de Metz, en 1826, il donna la théorie et la description de celle qui porte son nom. Elle tourne, comme l'on sait, autour d'un axe horizontal. A partir de ce moment, l'attention des ingénieurs fut constamment attirée vers les moteurs hydrauliques et les perfectionnements se succédèrent rapidement. Chose curieuse, ils ont été en grande partie réalisés avant l'époque des applications industrielles de l'électricité. Les turbines ne pouvaient avoir cependant que de rares applications, puisqu'elles imposaient un emplacement déterminé à l'usine qui les utilisait, les transmissions télédynamiques étant très peu répandues et ne pouvant être employées que dans un faible rayon. L'électricité permettant, au contraire, le transport de l'énergie à de très grandes distances, l'usage des turbines devait inévitablement se propager. Mais ces machines ont, dans ce cas, un inconvénient assez grave : c'est la verticalité de leur axe ; pour faire tourner la dynamo, on est obligé d'avoir recours à un renvoi de mouvement à angle droit ou de donner à la dynamo elle-même un axe vertical. Ces deux solutions sont également défectueuses. Par la première, on introduit un organe de transmission supplémentaire et assez délicat ; par la seconde, on surcharge démesurément le pivot de la turbine, dont le bon entretien dans les circonstances ordinaires est déjà si difficile. On a recours, il est vrai, à des *équilibreurs* hydrauliques ou électromagnétiques, destinés, en supportant une partie du poids de la dynamo, à soulager ce pivot. Mais ce sont là des complications qui ne vont pas elles-mêmes sans quelques inconvénients. D'autre part, on ne peut guère, dans notre cas, songer à employer les roues ordinaires à cause de leur faible vitesse de rotation. De plus, elles ne sont pas applicables aux chutes supérieures à 10 ou 12 mètres.

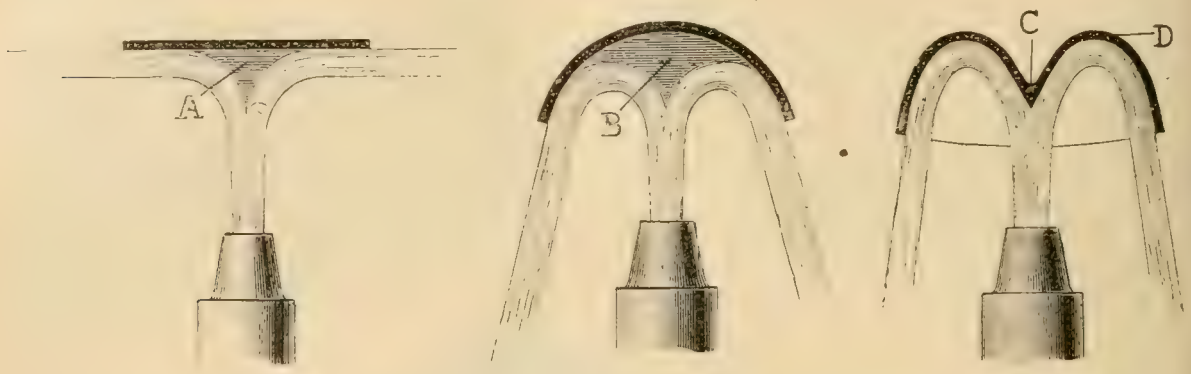


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 2. *Chemin suivi par un jet d'eau frappant une surface plane.* En A naissent les chocs et les bouillonnements. — Fig. 3. *Chemin suivi par un jet d'eau frappant une surface courbe.* En B naissent les chocs et les bouillonnements. — Fig. 4. *Jet d'eau frappant une surface théoriquement parfaite.* La forme de cette surface est celle qui a été adoptée pour la roue Pelton. C, arête du double auget; D, partie courbe de l'auget, que l'eau ne doit jamais frapper directement.

Il résulte de ce qui précède qu'il est très important de posséder un moteur hydraulique ayant les avantages des turbines, capable, par suite d'un tracé rationnel de ses augets, d'utiliser aussi parfaitement que possible la force vive de l'eau, tout en étant à axe horizontal. La roue Pelton, telle qu'elle est décrite, possède ces avantages ; elle aurait même sur les turbines, outre la direction de son axe, le mérite d'être mieux appropriée aux chutes très élevées et d'être d'un entretien beaucoup plus facile à cause de sa grande simplicité. C'est, si l'on veut, une roue à palettes, mais les palettes ont la forme tout à fait particulières de *doubles augets*, ainsi que le montre notre figure 4. Voici quelles sont les raisons qui ont conduit à adopter cette forme : le travail produit par une masse d'eau qui traverse la roue croît comme la différence $V^2 - v^2$, V étant la vitesse d'entrée et v la vitesse de sortie. On a donc tout intérêt à faire en sorte que cette

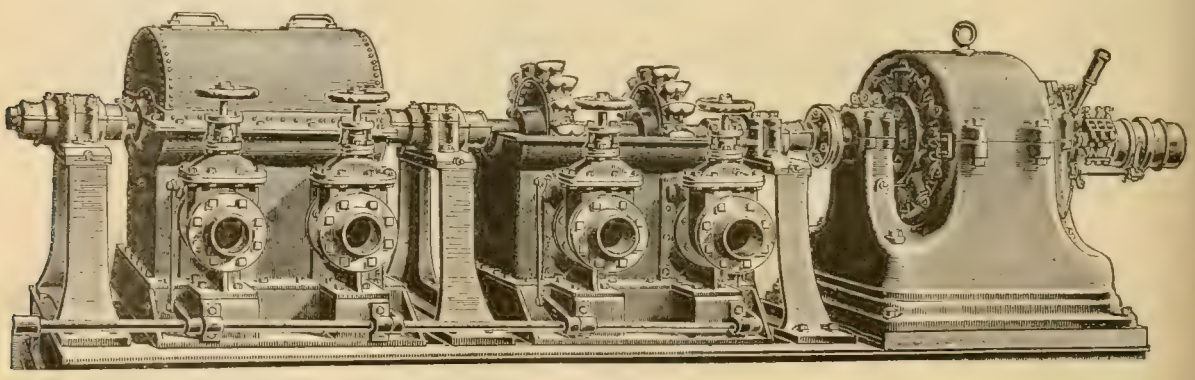


Fig. 5. — *Exemple de quatre roues Pelton calées sur le même arbre et conduisant une seule dynamo.* — Les deux roues de gauche sont cachées par leur couverture métallique. La couverture des deux roues de droite a été enlevée de manière à les laisser à découvert.

dernière soit la plus faible possible. Il est évident que l'action de l'eau par choc ne permettra que de satisfaire très mal à cette condition. Après avoir agi par choc sur une paroi, une molécule est loin d'avoir perdu toute sa vitesse; de plus, en revenant sur elle-même, elle gêne l'arrivée de nouvelles molécules : il se produit des bouillonnements qui sont autant de pertes de force. On démontre que, pour éviter tout choc, la vitesse de l'eau, à son entrée dans la roue, doit être tangente au premier élément qu'elle rencontre. Cette règle a été formulée par Borda. D'autre part, si nous cherchons les conditions pour que la vitesse v de sortie de l'eau soit nulle, ce qui serait le cas le plus favorable, nous trouvons qu'il faut : 1° que la vitesse relative du liquide soit égale, en valeur absolue, à la vitesse circonférientielle de la roue; 2° que l'élément de sortie soit tangent à la surface extérieure de la roue. Mais le même calcul fait voir que, si cette dernière condition était rigoureusement satisfaite, l'eau ne pourrait sortir du moteur. On devra donc se contenter sur ce point d'une approximation aussi grande que possible.

Voyons maintenant ce qui se passe lorsqu'un filet d'eau frappe une surface quelconque. Notre figure 2 montre le cas d'une surface plane. Il est évident que l'utilisation de la force vive est très mauvaise. Le liquide frappe perpendiculairement l'élément qu'il rencontre. Il en résulte, dans la partie A, des chocs et des bouillonnements; en outre, l'eau sort perpendiculairement au mouvement de la roue et avec une vitesse encore considérable. Le dispositif montré par la figure 3 est meilleur, en ce sens qu'il satisfait aux secondes conditions que nous avons énoncées plus haut; mais il se produit en B des chocs nuisibles. Le dispositif de la figure 4 est théoriquement parfait; c'est celui qui a été adopté pour la roue Pelton. Il est susceptible de répondre, autant que la pratique le permet, aux conditions d'entrée et de sortie de l'eau. Mais il faut évidemment pour cela que l'arête C soit perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue, sinon, par suite du mouvement, l'eau viendrait successivement frapper toutes les parties de l'auget, et, en frappant en D, par exemple, elle cesserait de satisfaire aux conditions d'entrée.

L'eau est amenée sur la roue Pelton, qui est entièrement métallique, au moyen d'un ajutage visible à la partie inférieure de notre figure 1. On peut, si le débit l'exige, en disposer un certain nombre de manière que l'eau vienne frapper plusieurs augets à la fois (fig. 6). Une autre solution consiste à disposer sur le même arbre 2, 3 et même 4 roues. La figure 5 offre un exemple de ce dernier cas, appliqué à la conduite d'une dynamo; afin d'éviter les projections d'eau qui peuvent quelquefois se produire et de protéger le corps même de la roue, on entoure celle-ci d'une cage métallique : c'est ainsi que sur la figure 5 les deux roues de gauche sont cachées par leur couverture. La roue de la figure 7 est de même entièrement cachée. On voit seulement très distinctement les détails du régulateur. Selon que la vitesse est au-dessus ou au-dessous de la vitesse normale, l'une ou l'autre des deux petites poulies tronconiques a et b, vient frotter contre une troisième C, laquelle par un train d'engrenages, fait tourner un secteur denté S qui commande une valve intérieure du conduit d'arrivée de l'eau. D'autres modèles de régulateurs sont également employés. Mais nous croyons inutile de les décrire. Ce que nous voulions signaler surtout, c'était le principe de cette roue, qui, si elle n'est pas totalement inconnue en Europe, y est certainement peu répandue.

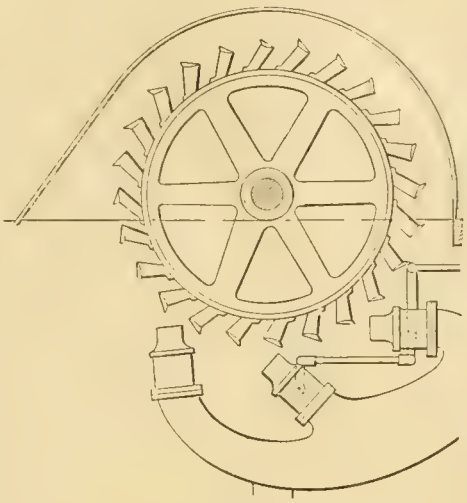


Fig. 6. — *Exemple d'une roue Pelton disposée de manière à recevoir l'eau par trois ajutages à la fois.*

Elle est, au contraire, fort employée aux Etats-Unis. Nous pouvons citer à Virginia City, Nevada, d'une part, un groupe de 6 roues en bronze phosphoreux, ayant 1 mètre de diamètre, pesant 100 kilos chacune, développant, à la vitesse de 900 tours par minute, 125 chevaux sous une chute de 604 mètres; d'autre part, un groupe de 36 roues tournant à la vitesse de 1150 tours par minute sous une chute de 630 mètres. Ces dernières ont un corps en acier et des augets en bronze phosphoreux. Un autre exemple important nous est offert par *The Roaring Work Electric Light and Power Company* à Aspen, Colorado. Cette compagnie emploie 8 roues Pelton de 60 centimètres de diamètre, développant chacune 175 chevaux à la vitesse de 1000 tours par minute sous une chute de 246 mètres. L'installation complète pèse à peine un peu plus de 2 kilos par cheval développé.

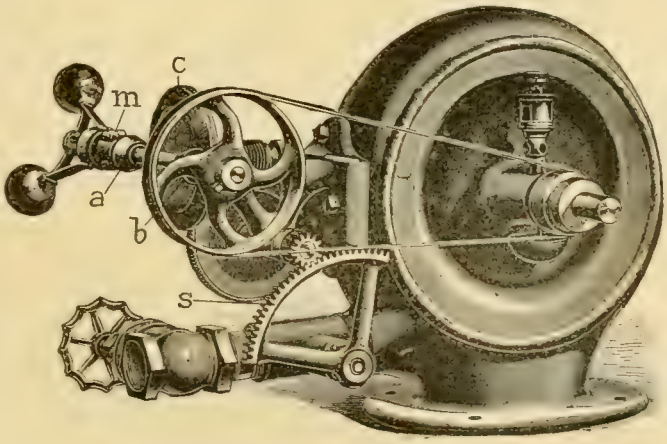


Fig. 7. — *Régulateur de la roue Pelton.* — La roue est entièrement cachée par son enveloppe métallique. Le régulateur à boules agit par l'intermédiaire d'un train d'engrenage sur un quadrant denté S, visible en avant et vers le milieu de la figure, et qui, selon qu'il tourne dans un sens ou dans l'autre, ouvre ou ferme l'ajutage; a, b, petites poulies tronconiques faisant corps avec le manchon m du régulateur; C, grande poulie mue par l'une ou l'autre des précédentes.

Un rapport écrit par le lieutenant F.-J. Hœseler et publié par le *U. S. Naval Institute*, montre que, dans une série de 7 essais, les rendements varient de 82,9 pour cent à 86,59. La moyenne est de 84,91. Il y a peut-être quelques réserves à faire sur ces évaluations, mais les nombres que nous avons cités n'en ont pas moins leur éloquence [1].

A. Gay,
Ancien élève de l'École Polytechnique

[1] Les figures intercalées dans notre texte ont été empruntées au journal de *The Franklin Institute*.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Poincaré (Henri), *Membre de l'Institut, Professeur de Physique mathématique à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Théorie analytique de la propagation de la Chaleur.** *Leçons professées pendant le* 1er *semestre* 1893-94, *rédigées par* **MM. Rouyer et Baire.** — *Un vol. grand in-8° de* 320 *pages avec figures.* (*Prix* : 12 *fr.*) *G. Carré, éditeur, Paris,* 1896.

« La Théorie de la Chaleur de Fourier est un des premiers exemples de l'application de l'Analyse à la « Physique ; en partant d'hypothèses simples qui ne « sont autre chose que des faits expérimentaux généralisés, Fourier en a déduit une série de conséquences « dont l'ensemble constitue une théorie complète et « cohérente. Les résultats qu'il a obtenus sont certes « intéressants par eux-mêmes, mais ce qui l'est plus « encore est la méthode qu'il a employée pour y parvenir et qui servira toujours de modèle à tous ceux « qui voudront cultiver une branche quelconque de la « Physique mathématique. J'ajouterai que le livre de « Fourier a une importance capitale dans l'histoire des « mathématiques, et que l'analyse pure lui doit peut-être plus encore que l'analyse appliquée. »

C'est par ces lignes que débute le livre de M. Poincaré. Il est consacré à l'exposition des problèmes qu'a traités Fourier ; il aborde, en outre, plusieurs questions connexes d'un grand intérêt. Aux mathématiciens, il présente la démonstration rigoureuse d'un certain nombre de résultats, que Fourier a plutôt devinés qu'établis ; aux physiciens, il signale des rapprochements instructifs entre l'équation de la chaleur et d'autres équations aux dérivées partielles, telles que l'équation des télégraphistes : aux uns et aux autres, il rend plus familière la grande œuvre de Fourier.

« Les causes primordiales ne nous sont point connues, déclare Fourier au début de son *Discours préliminaire*, mais elles sont assujetties à des lois simples « et constantes que l'on peut découvrir par l'observation, et dont l'étude est l'objet de la Philosophie « naturelle. »

Quand on relit ce *Discours préliminaire* et la *Théorie analytique de la Chaleur*, on est frappé de voir à quel point le grand géomètre apportait, dans son analyse, des préoccupations de physicien. Ce qu'il a toujours en vue, c'est « décomposer le mouvement général de la chaleur en autant de mouvements particuliers dont chacun s'accomplira comme s'il était seul », c'est obtenir des intégrales « qui représentent de la manière la plus distincte l'*effet naturel* qui est l'objet de la question », condition sans laquelle « les résultats du calcul ne nous paraîtraient que des transformations inutiles ».

Dans le cas de l'*armille*, si la distribution initiale de la température est représentée par la fonction sinusoïdale simple $A : \sin n.\, 2\pi \frac{x}{l}$, — l étant la longueur totale de la bague, x la distance de la section considérée à une section fixe, et n un entier quelconque, — la loi du refroidissement est extrêmement simple. Dans un milieu extérieur à température 0, la température V sera devenue au temps t :

$$V(x, t) = A \sin n.2\pi \frac{x}{l}.e^{-n^2 t}.$$

Le problème revient à décomposer la distribution initiale, donnée par une fonction périodique de x ayant pour période l, en une série de la forme :

$$\sum\left(A_n \sin n\, 2\pi \frac{x}{l} + B_n \cos n.2\pi \frac{x}{l}\right).$$

Chacun des « *harmoniques* » s'amortira avec une rapidité propre, d'autant plus grande que sa « longueur d'onde » est plus faible.

C'est d'ailleurs à propos d'un autre problème qu'on rencontre pour la première fois le développement d'une fonction périodique d'une variable en série trigonométrique : c'est à l'occasion du problème des *températures stationnaires* dans une barre métallique chauffée à un bout. (Chapitre III de M. Poincaré.)

Dans le cas d'une sphère de rayon R, si on suppose que la température ne dépend que de la distance x au centre, il faudra de même décomposer la distribution initiale en une série de distributions telles que :

$$\frac{1}{x} A_n \sin \mu_n .2\pi \frac{x}{R},$$

assujetties chacune à la condition de se conserver semblable à elle-même dans le refroidissement. Mais on trouve ici que le coefficient μ_n doit être, non plus l'entier n, mais la $n^{\text{ième}}$ racine réelle de l'équation transcendante $\operatorname{tg} \mu = C\mu$. Il s'agit donc de développer une fonction en série procédant suivant les sinus de $\mu_1 2\pi \frac{x}{R}$, $\mu_2 2\pi \frac{x}{R}$, $\mu_3 2\pi \frac{x}{R}$, etc., les quantités μ_1, μ_2, μ_n étant les racines d'une équation transcendante.

M. Poincaré rappelle très justement que Fourier a admis sans démonstration la possibilité d'un pareil développement. Et il consacre trois chapitres (chapitres XI, XII et XIII) à la méthode de Cauchy pour développer une fonction arbitraire en série de forme déterminée, — méthode fondée sur l'étude des valeurs asymptotiques des fonctions.

Si les dimensions du corps ne sont pas finies, si l'on a un fil de longueur infinie, au lieu du fil dont les bouts se rejoignaient pour former l'armille, — ou encore un solide indéfini dans tous les sens, — on ne peut plus donner à la distribution initiale la forme d'une série. Mais « lorsque, dans les séries convergentes que l'analyse fournit, on donne aux quantités qui désignent les dimensions une valeur infinie, chacun des termes devient infiniment petit et la somme de la série n'est autre chose qu'une intégrale. »

Les chapitres V, VI et VII de M. Poincaré indiquent, avec tout le détail nécessaire, comment on peut passer de la série de Fourier à l'intégrale de Fourier. Laplace avait donné au coefficient différentiel qui figure sous le signe $\int$ une forme différente ; et Fourier avait déjà démontré l'équivalence des deux modes de calcul. M. Poincaré établit cette équivalence par les propriétés des fonctions elliptiques.

S'agit-il enfin d'un corps solide limité de forme quelconque, ou d'une sphère dans laquelle la distribution ne soit pas uniquement fonction de la distance au centre, le problème se complique. Fourier affirme qu'on peut le résoudre en généralisant la méthode employée dans le cas d'une variable unique. On décomposera la distribution initiale en une série de distributions représentées chacune par une *fonction harmonique* des coordonnées à l'intérieur du solide. Pour savoir ce qu'est devenue l'une de ces distributions élémentaires au bout du temps t, il n'y a qu'à multiplier la fonction harmonique initiale par l'exponentielle e^{-kt}, k étant naturellement un coefficient particulier à chacune des distributions. « Ici, dit M. Poincaré (chapitre XIV), nous

perdons en rigueur ce que nous gagnons en généralité. » Et c'est vrai, surtout si l'on se reporte au livre de Fourier.

Pour le cas de la sphère ayant au début une distribution quelconque et pour le cas du cylindre limité à deux sections droites, M. Poincaré établit d'une façon générale la possibilité du développement d'une fonction quelconque des coordonnées en série de fonctions harmoniques. Il indique à cette occasion les propriétés des harmoniques sphériques et de la série de Laplace.

Ce cours, très clairement et soigneusement rédigé par MM. Rouyer et Baire, offre donc, comme l'œuvre même de Fourier, l'avantage de faire passer en revue à peu près toutes les questions d'analyse qui intéressent la Physique mathématique. Dans le cours de M. Poincaré, seulement, les mêmes questions sont abordées avec les ressources et avec la rigueur de l'analyse contemporaine. BERNARD BRUNHES.

2° Sciences physiques.

Guillaume (Ch. Ed.), *Docteur ès sciences.* — **Les radiations nouvelles. Les rayons X et la photographie à travers les corps opaques.** — *Un volume in-8° de 128 pages avec 21 fig. et 3 planches. (Prix : 3 fr.) Gauthier-Villars et fils, Paris,* 1896.

Voici un livre de haute actualité, très rapidement et cependant très mûrement écrit. Tous ceux, et combien ils sont nombreux, qu'intéresse, même à titre de simple curiosité, la question à l'ordre du jour : *les rayons X et la photographie à travers les corps opaques*, voudront lire l'exposé substantiel et lucide que présente l'auteur, de toutes les recherches sur le sujet, de celles datées d'hier comme de celles datées d'aujourd'hui ; et quant à ceux qui désirent pénétrer plus avant dans la connaissance des faits et des théories, qui cherchent à être mis au courant des nombreux travaux encore peu connus en France et dont la parenté avec la brillante découverte du professeur Röntgen est incontestable, ils ne sauraient souhaiter un guide meilleur ou mieux renseigné.

L'ouvrage renferme deux parties. La première est consacrée à l'étude d'un certain nombre de faits généralement peu connus et qui présentent avec plusieurs particularités de la décharge dans les gaz ou avec les propriétés des radiations découvertes par le physicien de Würzbourg des liens très étroits; elle renferme trois chapitres intitulés : l'état gazeux, la lumière, l'électrolyse. Dans le chapitre consacré à l'état gazeux, l'auteur rappelle sommairement les principes de la théorie cinétique des gaz; dans celui consacré à la lumière, il insiste plus particulièrement sur les phénomènes de réfraction anomale, sur la propagation de la lumière ultra-violette, sur les phénomènes de phosphorescence et de fluorescence; dans le chapitre de l'électrolyse enfin, on trouvera un très intéressant résumé des travaux récents, relatifs à la question peu connue encore de l'électrolyse des gaz. M. Guillaume a parfaitement compris qu'il était très utile de bien mettre toutes ces questions au point; elles doivent, en effet, être présentes à l'esprit de ceux qui veulent suivre avec profit les discussions auxquelles a donné naissance le mémoire de Röntgen et saisir la véritable portée des hypothèses qui ont été émises un peu partout. Au milieu de la confusion du premier moment, dans le grand retentissement de la découverte, à laquelle on était d'autant moins préparé que l'étude des questions auxquelles elle semble se rattacher était un peu négligée en France, bien des choses ont été dites, bien des idées ont été publiées qui trahissaient surtout une connaissance un peu insuffisante des faits déjà acquis et des théories antérieurement émises. La première partie du livre de M. Guillaume permettra de prendre un facile aperçu d'une foule de questions que l'on ne peut plus ignorer maintenant.

La seconde partie commence par une étude bien conduite et bien ordonnée des principaux travaux effectués depuis Faraday sur les décharges lumineuses dans les gaz; là, encore, l'auteur redresse en passant bien des erreurs communément répandues; il résume avec autorité les expériences faites par Crookes et Goldstein après les découvertes de Hittorf, et retrace toutes les péripéties de la lutte encore poursuivie aujourd'hui entre les physiciens anglais et les physiciens allemands, pour ou contre la théorie du bombardement ; il rappelle enfin les derniers travaux de Hertz et de Lenard. A mesure que l'on avance dans cette étude de la décharge, on pressent de plus en plus la découverte de Röntgen, et M. Guillaume nous montre clairement, par des citations précises, que Goldstein et Lenard ont signalé des faits singuliers sur lesquels aujourd'hui le doute n'est pas possible : ces physiciens se trouvaient en présence des fameux rayons; mais la gloire de les isoler, de les étudier, de signaler leurs propriétés extraordinaires, était réservée à un autre; il serait injuste toutefois d'oublier les précurseurs de l'heureux et perspicace physicien.

L'auteur aborde enfin le travail désormais historique de Röntgen, et il examine les principaux mémoires qui ont, depuis trois mois, été publiés dans tous les pays sur la question ou sur des sujets connexes; mais cette partie de l'ouvrage n'a pas besoin d'être expliquée en détail aux lecteurs de la *Revue* qui ont été mis si vite et si bien au courant de tous les progrès effectués, de tous les faits nouvellement acquis. On trouvera dans le livre de M. Guillaume tous les renseignements nécessaires sur les divers procédés de technique expérimentale, sur les applications aux études les plus variées, et enfin le résumé des importants travaux de M. Becquerel et d'autres expérimentateurs français sur les phénomènes analogues produits par les substances phosphorescentes et fluorescentes; il importe ici de bien remarquer avec l'auteur que, si la physique française s'était un peu désintéressée des études qui ont conduit à la découverte sensationnelle de Röntgen, elle a depuis brillamment regagné le temps perdu et considérablement augmenté le trésor commun.

Vers la fin du livre, M. Guillaume consacre un chapitre aux essais de théorie qui ont été proposés ; il les expose impartialement et finit par donner son opinion personnelle; jusque-là, il s'était contenté d'exposer scrupuleusement les faits, ne laissant percer son idée qu'en quelques endroits. M. Guillaume pense, et l'on estimera sans doute qu'il agit fort sagement, qu'il est préférable de ne pas recourir à des hypothèses nouvelles aussi longtemps que l'on n'aura pas démontré complètement l'insuffisance des anciennes ; ainsi, par exemple, n'est-il pas d'une bonne prévoyance de garder en réserve les ondes longitudinales encore inconnues de l'éther pour expliquer, au moins provisoirement, les découvertes futures, puisque, aussi bien, dans le cas actuel, de telles ondes ne semblent pas absolument nécessaires à invoquer. L'auteur, par une critique très fine, démontre qu'aucun des arguments que l'on oppose à l'idée que les rayons de Röntgen sont dus à des vibrations transversales de très faible longueur d'onde, — les radiations invisibles des corps phosphorescents formant la transition entre elles et les radiations ultraviolettes ordinaires, — n'est actuellement irréfutable: signalons, en particulier, la très adroite réfutation qu'il fait des arguments que l'on pourrait tirer de la loi de Stokes et les ingénieuses comparaisons avec les phénomènes connus en acoustique des sons de combinaison et de différence.

Le livre de M. Guillaume est d'une lecture facile : aimablement écrit, il plaira à tous; certes, il présente l'inconvénient de tous les livres écrits sur les sujets trop actuels: quelque admirablement renseigné que soit l'auteur, demain peut-être son œuvre paraîtra bien vieillie; mais n'ayons aucune inquiétude à ce sujet, une seconde édition rapidement rendue nécessaire par le succès de la première permettra de remettre les choses au point.

Lucien POINCARÉ.

Simon (Louis), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Action des amines aromatiques primaires sur quelques composés cétoniques dissymétriques.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 brochure in-8° de 106 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1895.

Dans ce travail, M. Simon a cherché à étendre nos connaissances relatives à l'isomérie stéréochimique des composés renfermant le groupe :

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C = AzR',$$

parmi lesquels se trouvent les oximes et les hydrazones. On sait que l'on n'est pas encore fixé sur les causes de l'isomérie signalée dans ces derniers corps; il y avait donc intérêt à la rechercher chez d'autres, de constitution analogue.

M. Simon s'est adressé aux dérivés de l'acide pyruvique et de l'acide phénylglyoxylique qui, par leur fonction d'acétone, doivent nécessairement donner, avec les amines aromatiques, des combinaisons répondant à la formule précédente; le sujet avait été effleuré par Böttinger en 1877, et l'on savait déjà qu'il en est réellement ainsi dans le cas de l'aniline et de l'acide pyruvique.

Dès le début de ces recherches, M. Simon s'est aperçu que l'acide pyruvique pur est susceptible de cristalliser : c'est en réalité un corps solide, fusible à 14°. Avec l'aniline, il donne l'acide *anilpyruvique* ou *phénylimino-propanoïque :*

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CO^2H \end{matrix}\!\!>\!C = AzC^6H^5,$$

transformable par la chaleur ou les dissolvants froids (eau et alcool) en acide *aniluvitonique* ou *quinaldine-carbonique*, ainsi que l'acide *phénylamino-4-phénylimino-2-pentanoïque.*

$$\begin{matrix} C^6H^5AzH \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH-CH^2-C\!<\!\begin{matrix} AzC^6H^5 \\ CO^2H \end{matrix}$$

dont la constitution n'avait pas encore été établie.

Les toluidines, la métaxylidine et la β naphtylamine se comportent de la même manière ; seule l'α naphtylamine semble ne pas réagir.

Les éthers pyruviques, que M. Simon obtient par éthérification directe, et dont on ne connaissait avant lui qu'un seul représentant, le pyruvate d'éthyle, se condensent également avec l'aniline; mais la molécule devient plus complexe, et on obtient en général des corps répondant à la formule :

$$\begin{matrix} C^6H^5Az \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C-CO-CH^2-C\!<\!\begin{matrix} AzC^6H^5 \\ CO^2R \end{matrix}$$

L'acide phénylglyoxylique réagit aussi sur les amines aromatiques ; mais, chose curieuse, il commence par donner un sel, qui peut être redissous et cristallisé dans l'eau sans altération, et que la plupart des autres dissolvants, surtout l'alcool méthylique, transforment en dérivé anilé.

Ce corps peut d'ailleurs être ramené à son état initial par la seule action de l'eau ; il y a là un phénomène de migration des plus curieux qui montre l'antagonisme des deux fonctions de l'acide phénylglyoxylique, antagonisme qui n'est pas sensible chez l'acide pyruvique, puisque jamais on n'a pu isoler le pyruvate d'aniline.

Seule, parmi les bases essayées, l'α naphtylamine fait, comme ci-dessus, exception, c'est-à-dire qu'elle ne donne pas de combinaison naphtylée.

M. Simon examine enfin l'action de l'aniline sur le phénylglyoxylate d'éthyle ; dans ce cas il se produit une réaction inattendue : l'éther se change en un sel d'aniline.

Il nous est impossible de suivre ici l'auteur dans les discussions auxquelles donnent lieu les résultats observés par lui ; nous remarquerons seulement que, dans tout le cours de ces recherches, M. Simon n'a jamais pu constater la moindre manifestation d'isomérie, comparée à celle des oximes ou des hydrazones : c'est sa conclusion finale. Quelle peut donc être la cause déterminante de celle-ci ? Il nous faut encore attendre de nouvelles données pour avoir le droit d'émettre à ce sujet une opinion quelconque.

Le mémoire de M. Simon est clair, précis ; il est rempli de faits bien observés et bien décrits, de données expérimentales intéressantes à tous les points de vue ; c'est, en un mot, une bonne entrée dans la science, et nous ne pouvons que souhaiter à notre ancien élève de marcher toujours et longtemps dans la voie qu'il s'est tracée lui-même. L. MAQUENNE.

3° Sciences naturelles.

Glangeaud (Ph.), *Agrégé de l'Université.* — **Le Jurassique à l'Ouest du Plateau central. Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le bassin de l'Aquitaine.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 vol. in-8, de 264 pages avec 46 fig. Baudry et Cie, éditeurs, Paris*, 1896.

Depuis Elie de Beaumont et Dufrénoy, personne n'avait tenté d'entreprendre une *étude d'ensemble* des dépôts jurassiques de l'Aquitaine, quoique les observations stratigraphiques aient, depuis cette époque (1848), beaucoup gagné en précision et en exactitude, et bien que la conception des *facies* ait introduit dans la science un élément important dont n'avaient pas tenu compte les illustres auteurs de la carte géologique de France. M. Ph. Glangeaud a pris pour sujet de sa thèse de doctorat le Jurassique à l'Ouest du Plateau central ; il a exploré plus particulièrement la portion de cette bordure sédimentaire située dans les départements de la Charente et de la Dordogne, mais il a étendu aussi ses recherches vers la Vienne et la Vendée. Il a pris également en considération, pour établir ses comparaisons, les nombreux travaux que ses devanciers ont fait paraître sur diverses parties isolées de son champ d'études.

M. Glangeaud s'est placé à un point de vue très intéressant, et les résultats qu'il nous présente dépassent notablement, en portée générale et en clarté, ceux qui avaient été publiés jusqu'à ce jour sur la région. Les limites de ce compte rendu ne nous permettent pas de suivre l'auteur dans son analyse détaillée des *facies* que présente chaque étage. Des profils, des cartes et des nombreux schémas permettent de suivre aisément les modifications des dépôts, soit latéralement, soit dans le sens vertical.

Un grand nombre de faits remarquables sont signalés : tels l'absence de la Gryphée arquée et des Cardinies dans le Lias inférieur, la *transgressivité* très nette du Lias moyen, l'absence du niveau classique à *Posidonomya Bronni* à partir du Lot, etc. M. Glangeaud nous fait connaître la répartition exacte des trois espèces caractéristiques du Toarcien de l'Ouest : *Gryphaea Beaumonti* (*pictaviensis*), *Pecten pumilus* et *Rhynchonella cynocephala*, et insiste sur le caractère peu méditerranéen de toutes les faunes liasiques de la région.

Pour le Jurassique moyen, les facies divers sont soigneusement étudiés, ainsi que la *transgression bajocienne* et les restes que la décalcification des calcaires à silex de cet étage a laissés assez avant sur le Plateau central sous la forme d'*argile rouge à silex*. Le Bathonien oolithique et son équivalent *saumâtre* à *Cyrena*, *Sphenia* et Corbules font l'objet de chapitres intéressants, où l'auteur insiste particulièrement sur l'étendue considérable (400 kilomètres) occupée par ces formations submarines, qui se relient au S. E. au Bathonien lacustre de la région des Causses.

Les caractères des différents facies que revêtent les

étages callovien, oxfordien, rauracien et séquanien sont également détaillés et révèlent des faits nouveaux et remarquables, tels, par exemple, que le recul progressif des récifs coralligènes vers le Sud. L'activité corallienne dans les mers de cette époque fait, du reste, l'objet d'un chapitre spécial.

L'analyse de la faune permet à M. Glangeaud de conclure, avec M. Munier-Chalmas, que, pendant les temps jurassiques, les courants « devaient se faire à travers le détroit poitevin, du bassin de Paris dans le bassin de l'Aquitaine ». C'est l'inverse de ce qui a eu lieu à l'époque crétacée. L'auteur fait remarquer aussi que les principaux changements de facies dans le bassin de l'Aquitaine se font sensiblement à la même latitude.

Quelques anticlinaux sont décrits, ainsi que les *failles* qui découpent en partie la portion marginale du Plateau central. L'auteur discute et critique sévèrement les résultats obtenus par M. Welsch; le réseau de plis orthogonaux, signalé par ce géologue dans le Poitou, paraît très hypothétique à M. Glangeaud. Ces données tectoniques conduisent à la conclusion que « le bassin de l'Aquitaine est un bassin d'effondrement ».

M. Glangeaud nous fait espérer une suite à l'intéressant mémoire que nous venons d'analyser trop brièvement. Il nous promet notamment une monographie paléontologique des fossiles si nombreux cités dans sa description stratigraphique. Qu'il nous soit permis de souhaiter qu'il nous donne alors les tableaux de parallélisme permettant de suivre, malgré les changements de facies, les *zones paléontologiques* qu'il a reconnues. Nous pensons que M. Glangeaud discutera dans la partie paléontologique qu'il prépare, non seulement la valeur de certaines de ces zones, mais aussi les synonymies des espèces citées, qu'il en précisera les déterminations, souvent un peu vagues, et qu'il nous fera connaître des types intéressants et nouveaux. En complétant ainsi[1] le travail que nous avons sous les yeux et en y joignant l'étude des derniers étages jurassiques qu'il n'a pas abordée, M. Glangeaud rendra à la géologie française un nouveau service.

W. Kilian.

Lenhossék (Michael von), *Professeur à l'Université de Würtzbourg.* — **Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.** — 2e *édition.* 1 *vol. in-8° de* 410 *pages avec* 60 *fig. et* 6 *planches.* (*Prix :* 12 *fr.* 50) *H. Kornfeld, éditeur,* 15, *Karlstrasse, Berlin,* 1895.

C'est bien un nouvel ouvrage que nous donne M. v. Lenhossék dans cette seconde édition de son livre, un travail d'une haute originalité, et dont l'esprit critique est constamment à la hauteur de la science. Après un chapitre d'*Introduction*, traitant de l'influence des progrès de la technique sur le développement de notre connaissance des éléments du système nerveux, et un exposé de la méthode de Golgi et de la théorie erronée des réseaux nerveux diffus des centres nerveux, réseaux qui ne sont, en réalité, qu'un feutrage très complexe (*neuropile* de His), sorte de « forêt vierge dont les fourrés impénétrables seraient formés de branches et de rameaux qui, pour être étroitement entrelacés, n'en sont pas moins distincts », l'éminent disciple de Kölliker insiste sur la *théorie du contact*, de Ramon y Cajal, qui « apporta la lumière, la vie et le mouvement » dans les schémas de Golgi. « On ne peut faire valoir, dit-il, comme un postulat de la physiologie la *continuité* des éléments nerveux entre eux, au contraire. » L'anatomie a partout substitué, en effet, à l'hypothèse de la continuité de substance des réseaux protoplasmiques ou cylindraxiles, le fait d'observation du contact ou de la contiguïté des prolongements des cellules nerveuses dans l'explication physiologique des courants nerveux. L'onde nerveuse ne se propage plus par une voie unique; elle prend fin déjà, dans sa forme initiale, à l'arborisation terminale du premier neurone et provoque, dans le second, par une sorte d'induction, la manifestation d'excitations spéciales qui peuvent n'être pas de nature identique à celles du neurone antérieur. Le courant nerveux peut varier ainsi de forme spécifique en traversant la chaîne des neurones, et la propagation de ce courant rappelle tout à fait les phénomènes d'induction, ce qui s'accorde mieux avec le caractère compliqué des processus nerveux que l'hypothèse d'une voie directe, conduisant l'excitation nerveuse, de son point de départ à son point d'arrivée, sans modification ni changement.

Le système nerveux central des Invertébrés est construit sur le même plan. Grâce aux travaux de Retzius, de Biedermann, de Bürger, d'Allen, etc., sur des Crustacés, des Vers et des Mollusques, exécutés avec la méthode d'Ehrlich au bleu de méthylène, ainsi qu'avec le procédé de Golgi, on sait que les cellules nerveuses de la chaîne ventrale et des ganglions de ces êtres, de beaucoup les plus nombreux sur cette planète, quoique appartenant surtout au type unipolaire, ne laissent pas de présenter des cellules bipolaires et multipolaires (Crustacés et Vers). A s'en tenir à la forme unipolaire, on voit que le corps cellulaire, d'aspect piriforme, émet un fort prolongement qui se divise quelquefois en forme de T, analogue à ce qu'a vu Cajal chez des Vertébrés; mais, presque toujours, ce prolongement s'infléchit indivis dans une des racines nerveuses et quitte la moelle, sortant ainsi directement des cellules nerveuses du cordon ventral pour se rendre aux muscles. Or, de sa cellule d'origine jusqu'à sa sortie du ganglion abdominal, ce prolongement (Stammfortsatz) émet des collatérales (Nebenfortsätze), courtes ou longues, qui se terminent par de libres arborisations, constituant, non un réseau nerveux central, mais un feutrage. « La connexion physiologique des différents éléments a donc lieu, chez les Vers aussi, par contact, non par continuité, par réunion directe des prolongements » (Retzius). Lorsque l'on compare les cellules ganglionnaires des Invertébrés avec les cellules nerveuses du cerveau et de la moelle épinière des Vertébrés supérieurs, une question difficile se présente, celle de la nature des *collatérales* : 1° On peut considérer ces collatérales comme les analogues des dendrites, sortant ici, non du corps cellulaire, ainsi que chez les Vertébrés, mais du tronc du prolongement nerveux (Retzius et Cajal); 2° on peut aussi supposer que ces collatérales ne correspondent pas aux dendrites, mais doivent être rapprochées des fibrilles de ce nom qui, chez les Vertébrés, partent du prolongement nerveux ou cylindraxile des cellules. Chez les Invertébrés, il n'y a point de dendrites : c'est l'opinion de Waldeyer. Après y avoir bien réfléchi, von Lenhossek estime qu'il ne convient pas de rien affirmer d'absolu pour toutes les cellules des ganglions abdominaux et que chaque cas doit être examiné à part, mais il incline pour la première des deux manières de voir, celle de Retzius et de Cajal. Ces collatérales seraient donc des manières de dendrites. Ajoutez que, chez les Vertébrés, les dendrites et les fibrilles latérales sont des organes de réception des excitations, le cylindraxe et ses collatérales des organes de transmission et d'émission des excitations; la direction du courant nerveux, cellulipète chez les dendrites, est cellulifuge dans le cylindraxe et dans ses collatérales (*axon* et *paraxon*). Or, si nous considérons comme motrices pour la plupart les cellules unipolaires des ganglions centraux des Invertébrés, supposition qui s'appuie sur le fait de la localisation dans la peau d'une partie considérable des cellules de sensibilité, on doit admettre que l'excitation qui détermine d'une manière réflexe l'activité de la cellule piriforme et la production du mouvement musculaire arrive à cette cellule par les collatérales de son cylindraxe; celles-ci,

[1] C'est probablement par erreur que l'auteur cite *Ostrea acuminata* parmi les espèces qui font défaut dans le Bathonien de la vallée du Rhin. Cette huître est abondante dans le Vésulien d'Alsace.

par le tronc du prolongement de la cellule, conduisent l'excitation, apportée par les terminaisons libres des nerfs sensitifs, au protoplasma de la cellule, où la sensation perçue se transforme en impulsion motrice, nouveau courant d'excitation qui se propage jusqu'aux muscles par le prolongement cylindraxile du même élément nerveux. La direction du courant nerveux des collatérales de ces cellules unipolaires est donc cellulipète : ces collatérales des Invertébrés sont des organes de réception des stimuli partis de la périphérie, et, au point de vue physiologique, un rapprochement peut être fait entre elles et les dendrites ou, selon une hypothèse de v. Lenhossék, les fibres latérales de l'origine du cylindraxe des Vertébrés. Cette conception toutefois, ne vaut, suivant l'auteur, que pour les cellules motrices de la chaîne ganglionnaire. S'il y a aussi, dans le système nerveux central des Invertébrés, des cellules de sensibilité, et il en existe, quoique relativement en petit nombre, ainsi que des cellules d'association (*Schaltzellen*), et si ces éléments nerveux sont construits d'après le type régulier, les collatérales de leur prolongement nerveux ont nécessairement une fonction différente de celle des axodendrites des cellules motrices : elles doivent ressembler aux collatérales des Vertébrés, dont le courant nerveux est cellulifuge.

Nous ne pouvons que signaler les chapitres du livre de von Lenhossek consacrés à l'*histogenèse du système nerveux*, à la *structure cellulaire des cellules nerveuses* (cellules des cornes antérieures de la moelle, cellules des ganglions spinaux), aux *cellules de soutien de la moelle épinière*, enfin aux *éléments nerveux* de cette grande province du névraxe. On lira avec le plus grand intérêt un chapitre nouveau du livre : l'*histologie et la physiologie du neurone*. J. Soury.

4° Sciences médicales.

Capitan (L.). — **Les maladies infectieuses. Causes et Traitements.** — *Un petit vol. in-8° de 334 p. (Prix : 3 fr.). Rueff et Cie, éditeurs, Paris*, 1896.

Tirer, des découvertes récentes sur l'origine des maladies infectieuses, des principes rationnels et applicables à leur traitement ; écarter les notions empiriques, qui ont si longtemps guidé la thérapeutique, pour leur substituer des règles scientifiques fondées sur la connaissance de l'étiologie morbide, tel est, en dernière analyse, le but vers lequel tendent les efforts de la médecine actuelle, et l'on peut dire qu'ils sont déjà en partie couronnés par les beaux travaux de Behring et de Roux.

Mais, à côté de l'hémo et de la sérothérapie, dont le domaine pratique est, jusqu'ici, limité au traitement de la diphtérie, n'y a-t-il pas encore place pour la thérapeutique médicamenteuse proprement dite? Dans quelle mesure celle-ci peut-elle être utilisée? Quelles sont les indications de son emploi? C'est ce que le petit volume de M. Capitan a pour objet de nous apprendre.

Dans la première partie de ce livre sont traitées les causes des maladies infectieuses, avec quelques notions sur la biologie générale des microbes pathogènes et sur la sérothérapie. La seconde partie est consacrée au traitement des affections parasitaires : des chapitres spéciaux abordent successivement l'étude de la médication antiseptique, externe et interne ; celles de la médication antithermique, de la médication trophique, etc. ; enfin de l'hygiène générale et de la prophylaxie des maladies. Un paragraphe spécial énumère les principaux médicaments nouveaux pouvant être appliqués au traitement des processus infectieux, et indique leurs doses respectives.

Voilà, semble-t-il, un ensemble imposant de matériaux, et c'est déjà un véritable mérite que de les avoir très clairement condensés en un peu plus de trois cents pages. On serait même tenté de regretter cette brièveté, si l'auteur ne s'en excusait par avance en disant qu'il n'a eu d'autre dessein que « de contribuer, pour une faible part, à vulgariser les données actuelles de la médecine touchant les maladies infectieuses ». A ce titre, il n'est pas douteux que cet ouvrage ne remplisse le but que s'en est proposé son auteur.

Dr H. Vincent.

Œuvres de Léon Le Fort, *Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien de l'Hôtel-Dieu*, publiées par le Dr **Félix Lejars**, *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.* — *Tome I :* **Hygiène hospitalière. Démographie. Hygiène publique.** — *1 vol. gr. in-8° de 932 pages avec figures (Prix : 20 fr.).* — *Tome II :* **Chirurgie militaire. Enseignement**, *avec une préface du* Dr **Dujardin-Beaumetz.** — *1 vol. in-8° de 932 pages (Prix : 20 fr.). F. Alcan, éditeur, Paris*, 1896.

M. Lejars a voulu rendre à la mémoire de Léon Le Fort un pieux hommage en réunissant en trois volumes, dont deux seulement ont paru, l'ensemble des mémoires, publications et discours qui composent l'œuvre du maître.

Le tome premier est consacré aux travaux se rapportant à l'hygiène hospitalière, à la démographie et à l'hygiène publique. Le tome second est réservé à la chirurgie d'armée et à l'enseignement.

Le lecteur trouvera, dans ces deux volumes, une quantité de documents du plus haut intérêt, attestant un labeur puissant et continu. Il y revivra les polémiques ardentes dans lesquels Léon Le Fort, toujours au premier rang, combattit avec une rare éloquence pour les grandes causes qui le passionnèrent toute sa vie et qui furent : en hygiène, l'assainissement des maternités et la propagation de la vaccination, en démographie, l'accroissement de la population, en chirurgie d'armée, l'autonomie du corps de santé. Il y relira enfin ces récits attachants, véritables pages d'histoire, que renferment ses études sur les guerres de Crimée et d'Amérique, la guerre d'Italie, la guerre de 1870. Il ne pourra que s'incliner devant la merveilleuse fécondité de cet esprit qui fit de Léon Le Fort l'un des maîtres écrivains de la littérature médicale.

Dr Gabriel Maurange.

Clado (Dr), *Chef des Travaux de Gynécologie à l'Hôtel-Dieu.* — **Traité des tumeurs de la vessie**, *avec une préface du Pr* **S. Duplay.** — *1 vol. in-8° de 760 pages avec 126 fig. et 18 tableaux. (Prix : 16 fr.) Société d'Editions scientifiques, Paris*, 1895.

Sous ce titre l'auteur a réuni un grand nombre de documents, dont quelques-uns originaux, pour servir à l'histoire des tumeurs vésicales. Il a tenté, après bien d'autres, de donner une classification rationnelle de ces néoplasmes, basée sur l'histologie et l'anatomie pathologique, et a entrepris de fixer leur symptomatologie et leur étiologie. C'est un travail consciencieux, rempli des idées générales chères à son maître, le professeur Verneuil, où l'on trouvera, en outre, un intéressant chapitre relatif à la cystoscopie, et une revue d'ensemble des procédés chirurgicaux appliqués au traitement de ces tumeurs. Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 543e livraison. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

La 543e livraison termine la lettre *l* avec des articles de M. Ch. Debierre sur le système *lymphatique;* du Dr P. Langlois sur la *lymphe;* une monographie de la ville de *Lyon* par MM. Berthelot, Guige et Vollet et la biographie du célèbre écrivain anglais *Bulwer-Lytton.* La lettre *m* commence avec une étude sur les *Macaques* par M. E. Trouessart.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Mars 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. H. **Poincaré**, à propos de la divergence des séries trigonométriques, adresse une réponse au travail de M. Hill, et donne des preuves nouvelles de la divergence des séries de M. Lindstedt. — M. **Hugo Gylden** signale une erreur de calcul dans sa dernière note qui modifie les résultats sans toutefois les altérer essentiellement. — M. L. **Picart** adresse ses observations des comètes Perrine (1895, c) et Perrine-Lamp (1896, a) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. La comète est ronde, sans condensation bien sensible. — M. J. **Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le quatrième trimestre de 1895. La distribution des taches continue à être irrégulière et leur marche décroissante présente des fluctuations de plus en plus marquées. Le groupe des facules augmente et ce nombre reste plus grand au nord qu'au sud. — M. E. **Goursat** reprend les formules de M. Lelieuvre qui donnent les coordonnées d'un point d'une surface rapporté à ses lignes asymptotiques et montre qu'il est possible de faire disparaître de ces équations les signes des quadratures dans un nombre illimité de cas. — M. L. **Mirinny** adresse une note sur la synthèse mathématique.

2° Sciences physiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale un volume de M. **Scheurer-Kestner** intitulé : Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux. — M. **Henri Becquerel** adresse une longue communication sur quelques propriétés nouvelles des radiations invisibles émises par divers corps phosphorescents. Divers sels d'uranium, mis à l'abri de la lumière depuis plusieurs jours, déchargent les corps électrisés soumis à leur rayonnement. En particulier l'électroscope de M. Hurmuzescu, qui reste chargé pendant des mois entiers, perd son électricité en deux heures : L'auteur a mis aussi en évidence la réflexion de ces radiations invisibles à la surface d'un miroir plan d'acier ou d'une calotte d'étain poli ; il a comparé, en outre, l'intensité relative des radiations invisibles émises par diverses substances et la durée de l'émission à l'obscurité. L'air ne paraît pas absorber d'une manière notable les radiations sous une faible épaisseur. — M. **Troost** établit que la blende hexagonale artificielle, qui acquiert une belle phosphorescence sous l'influence de la lumière solaire, est susceptible de remplacer les ampoules de Crookes pour les expériences avec les rayons X. — M. J. **Macé de Lépinay** expose les recherches qu'il a entreprises pour fixer la valeur de la masse du décimètre cube d'eau distillée, privée d'air, au maximum de densité. Cette masse est égale à 0 k. 999954, avec une erreur maxima égale à six unités du dernier chiffre caractéristique. — M. R. **Colson** expose le rôle des différentes formes de l'énergie dans la photographie au travers des corps opaques. 1° L'action mécanique, pression, frottement, donne au développement des traits noirs. 2° Certaines actions chimiques pouvant se produire à sec insensibilisent la couche par oxydation et ménagent des clairs au développement. 3° La chaleur sèche est capable de déterminer le travail préliminaire que le révélateur complète en noircissant le cliché. 4° Les radiations infrarouges suffisamment intenses impressionnent la plaque comme les radiations visibles. — M. **Auguste Righi** a constaté que les rayons X agissent sur les diélectriques comme sur les conducteurs, c'est-à-dire qu'ils produisent la dispersion des charges électriques et leur donnent toujours à la fin une charge positive. La dispersion dans l'air devient de plus en plus faible lorsque la pression diminue de plus en plus. L'auteur termine en exposant une méthode utilisable pour mesurer l'intensité de ces rayons X au moyen de leur action sur les corps électrisés. — MM. A. **Battelli et Garbasso** adressent quelques réclamations de priorité au sujet de l'étude des rayons X et de leurs propriétés. — M. V. **Chabaud** a soumis quelques échantillons de verre à l'action des rayons X. Les verres à base de soude, de potasse et de chaux sont les plus perméables aux rayons ; le cristal est opaque ; les verres d'urane sont moins perméables que les premiers, et les verres les plus foncés sont les plus réfractaires. — MM. **Ch. Girard et F. Bordas**, en poursuivant leurs études sur l'application des rayons Röntgen à la détermination de certains produits entrant dans la composition des engins, ont reconnu que les rayons émanent de la cathode et de l'anode et que la fluorescence produite sur la paroi du tube de Crookes n'agit que faiblement sur les plaques sensibles. — MM. A. **Imbert et H. Bertin-Sans** donnent des détails pratiques sur la technique de la photographie par les rayons X. — M. **d'Arsonval** expose certaines façons d'opérer qui permettent d'utiliser indéfiniment une même ampoule de Crookes. — MM. B. **Galitzine** et **de Karnojitzky** concluent de leurs recherches sur les rayons X : 1° La surface d'émission est très petite. 2° Le centre d'émission ne correspond pas à la surface du tube mais se trouve à l'intérieur, à quelques milimètres de la paroi. 3° L'anode et la cathode paraissent constituer deux centres distincts d'émission. — M. **Abel Buguet** adresse quelques résultats concernant la direction des rayons X. — M. **Georges Adolphe Richard** obtient d'excellents résultats dans la photographie des couleurs en perfectionnant le procédé Ducos du Hauron. L'auteur substitue à l'argent réduit des trois clichés élémentaires certaines couleurs organiques ; la superposition des trois monochromes donne toutes les finesses de ton du sujet. Quant à la substitution d'une couleur organique à l'argent réduit, on la réalise : 1° par la transformation chimique du dépôt argentique en un sel capable de fixer ou de précipiter la couleur que l'on veut employer, 2° par la transformation de l'argent en un sel capable de réagir sur les dérivés de la houille pour former sur place des couleurs organiques artificielles. — M. **Chapel** adresse une note sur un point de la théorie cinétique des gaz. — M. **Vaysse** communique un travail sur la photographie à travers les corps par les courants électriques. — M. **Armagnac** signale quelques expériences confirmant ses assertions précédentes sur la photographie à travers les corps opaques. — M. **Hauser** adresse une note sur une cause probable de l'explosion des bolides dans l'atmosphère terrestre. — MM. **Armand Gautier** et M. **Hélier** se sont proposés d'étudier les conditions qui règlent les combinaisons gazeuses en opérant d'abord à basse température sur des mélanges d'hydrogène et d'oxygène. La méthode utilisée repose sur le principe que, quelles que soient les petites quantités de gaz qui s'unissent dans des conditions déterminées, en particulier au moment où l'on atteint la température minima de combinaison, ces quantités, insensibles si l'on opère sur une masse limitée, deviennent aussi grandes que l'on voudra si la masse gazeuse se renouvelle tout en restant dans des conditions invariables. Les quantités centésimales de gaz qui s'unissent par seconde sont à peu près proportionnelles aux temps jusqu'à la

treizième seconde de chauffe; à partir de la treizième et jusqu'à la dix-septième, la combinaison croît brusquement et atteint un maximum de 38 millièmes pour la température de 300°; il existe donc une limite de combinaison dans des conditions de température et de milieu où la dissociation classique de la vapeur d'eau ne peut-être invoquée. — MM. **Henri Moissan et Etard** indiquent un procédé rapide, pour séparer l'yttria des terres rares qui l'accompagnent, oxydes d'erbium, de holmium, de thulium, etc, puis donnent les propriétés et les modes de préparation des carbures d'yttrium et de thorium. L'yttrium donne un carbure C^2Y qui peut être obtenu en cristaux transparents, décomposables par l'eau froide, avec formation d'un mélange gazeux, riche en acétylène, contenant du méthane, de l'éthylène et une petite quantité d'hydrogène. Le thorium donne, de même, un carbure cristallisé et transparent C^2Th qui donne aussi avec l'eau des carbures gazeux renfermant moins d'acétylène et plus d'hydrogène libre. — M. **V. Thomas**, en étudiant l'action du peroxyde d'azote et de l'air sur le chlorure de bismuth, a obtenu dans le premier cas un composé liquide de formule $BiCl^3 AzO^2$, et dans le second un oxychlorure BiOCl, poudre jaune rougeâtre très bien cristallisée et facile à reproduire. — M. **J. Coquillon** expose les modifications qu'il a apportées à son grisoumètre pour le rendre plus simple et plus pratique. L'appareil est d'une grande exactitude pour de petites proportions de gaz combustibles; sa graduation est facile à vérifier en introduisant un mélange connu, le soumettant à l'action du fil et observant la diminution de volume. — MM. **Th. Schlœsing fils et Jules Richard** ont effectué des recherches sur l'argon contenu dans les gaz de la vessie natatoire des poissons et des physalies. Ce gaz est présent dans l'organisme d'animaux vivant à des profondeurs qui dépassent 1300 mètres et s'y rencontre en proportions à peu près du même ordre par rapport à l'azote que dans notre atmosphère. — M. **Paul Rivals** a déterminé les chaleurs de combustion des amides chloracétique, tri-chloracétique et orthochlorobenzoïque en même temps que la chaleur de neutralisation de ces mêmes acides par l'ammoniaque. Cette étude conduit à différencier les acides acétique et benzoïque et à les rapprocher des acides formique et oxalique, c'est-à-dire des acides forts. — M. **Scheurer Kestner** établit que l'acide pyroligneux brut renferme jusqu'à 17 pour 100 de son acide acétique total sous forme d'acétate de méthyle et une quantité de composés phénoliques dont les propriétés acides sont supérieures à celles des quantités d'acide acétique éthérifié. La titration directe par une liqueur alcaline donne des résultats exagérés; l'auteur indique une façon d'opérer donnant des résultats exacts. — M. **Ferrand** a obtenu une nouvelle série de sulfophosphures, les thiophosphites, en chauffant, suivant la méthode de M. Friedel, des mélanges de soufre, de phosphore rouge et de différents métaux. L'auteur décrit les thiophosphites cuivreux, de fer, d'argent, de nickel, de chrôme, de zinc, de cadmium, de mercure et d'aluminium. — M. **Charles Combes**, en faisant agir le tétrachlorure de silicium ou le silicichloroforme sur la diméthylanilime parabromée en présence du sodium, a pu préparer le tétraphénylsilicoprotane :

$$Si[C^6H^4Az(CH^3)^2]^4$$

et le composé :

$$HSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

En oxydant ce dernier corps par l'azotate mercureux, on obtient le corps :

$$OHSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3$$

dont la solution dans les acides ou le chlorhydrate solide lui-même est incolore. Le remplacement du carbone des rosanilines méthylées par le silicium paraît donc supprimer le pouvoir colorant. — MM. **G. Bouchardat et Tardy** donnent les résultats définitifs de leur étude sur l'essence d'anis de Russie. A côté de l'énorme proportion d'anéthol $C^{20}H^{10}O^3$ qu'elle renferme, il existe de très petites quantités d'aldéhyde anisique, d'acétone anisique $C^{20}H^{10}O^4$, d'acide anisique, de camphre anisique ou feuchone $C^{20}H^{16}O^2$, de divers carbures de formules $C^{30}H^{24}$ et enfin de matières goudronneuses; toutes ces substances atteignent au plus le 1/20 du poids de l'anéthol. — M. **Lodin** explique la formation des conglomérats aurifères en admettant que cette formation n'est autre chose que le bassin d'alluvion d'un grand fleuve dévonien, constitué par un synclinal dont la dépression s'accentuait progressivement à mesure que les dépôts s'accumulaient. L'affaissement progressif du synclinal explique la puissance des alluvions dans la région centrale du Witwatersrand, leur horizontalité dans cette région et leur redressement vers les bords du bassin.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Ranvier** signale l'aberration et la régression des lymphatiques en voie de développement. Ceux-ci au moment de leur formation ayant une végétation très active, se produisent dans des organes où on peut en saisir la signification fonctionnelle, dans le grand épiploon par exemple. Cette aberration est suivie de régression. — M. **Lannelongue** fournit une note sur la nature et la pathogénie des malformations de la hanche (luxations congénitales des auteurs) et montre que beaucoup de déformations congénitales de la jointure de la hanche ne sont pas caractérisées par un déplacement temporaire ou permanent de la tête fémorale sur l'os du bassin; il n'y aura donc jamais de luxation. Dans d'autres cas l'anomalie congénitale consiste dans un rapport anormal de la tête fémorale avec le cotyle; il y a là luxation. — M. **Arloing** montre l'influence de l'exanthème vaccinal sur les localisations microbiennes (infection concomitante et infection secondaire). — M. **Ménard** signale un cas de division de la moelle et d'exostose du rachis, chez un sujet atteint de *spina bifida* lombaire. — M. **Doumer** a recherché l'influence de la franklinisation sur la menstruation. Les périodes menstruelles avancent sous l'influence de la franklinisation. — M. **Lignier** explique la fleurs des Fumariées d'après son anatomie. Elle comprend cinq verticilles alternes de feuilles opposées et répond à la formule S2, L2 +2, E2, C2, MM. **Vallot** et **Duparc** étudient la constitution du Mont-Blanc et montrent qu'il est composé au centre de roches schisteuses, gneissiques, micacées, plus ou moins injectées de protogine passant même au protogine-gneiss. — M. **Duparc** donne une note sur les roches éruptives de la chaîne de Belledonne.

J. Martin.

Séance du 16 Mars 1896.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Sappey**, membre de la Section d'Anatomie et Zoologie. — L'Université de Glascow invite l'Académie à se faire représenter à la célébration du cinquantième anniversaire du professorat de **lord Kelvin** à cette Université. — MM. **Guyon** et **Hatt** sont présentés pour une place de membre titulaire du Bureau des Longitudes.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage de M. **E. Goursat** et le premier fascicule du tome XX des « Acta mathematica ». — M. **Laussedat** présente un traité de l'« Art de lever les plans par la photographie » publié en anglais par M. **Deville**. — M. **Maurice Hamy** étudie les erreurs causées par les variations de température dans les instruments astronomiques. L'échauffement communiqué aux lunettes par les lumières installées dans les salles méridiennes modifie leurs caractères géométriques et peut provoquer des altérations de plusieurs secondes d'arc dans les mesures. L'influence perturbatrice de l'observateur ne peut pas être négli-

gée à priori dans des recherches de haute précision. — M. **F. Tisserand** a étudié la marche de la pendule des caves de l'Observatoire de Paris par les observations des passages de belles étoiles fondamentales faites au grand cercle méridien. La température reste invariable pendant l'année ou du moins ne varie pas de plus de 0°01 ou 0°02; mais, malgré les précautions prises pour rendre étanche la caisse de la pendule, les variations de la pression atmosphérique s'y font sentir et l'expérience permet d'isoler facilement leur influence. — M. **Paul Painlevé** étudie les fonctions uniformes x, y, de deux variables u, v, définies par l'inversion de deux différentielles totales :

$$P(x, y)\,dx + Q(x, y)\,dy = du$$
$$P_1(x, y)\,dx + Q_1(x, y)\,dy = dv$$

où P, P_1, Q, Q_1 sont algébriques en x et y.

2° Sciences physiques. — M. **Alexis de Tillo** envoie les « Tables fondamentales du magnétisme terrestre » qu'il vient de publier; ces tables représentent un inventaire, emprunté aux sources les plus autorisées, des observations magnétiques faites à la surface du globe. — M. **Aug. Coret** soumet au jugement de l'Académie un mémoire sur un loch à indications instantanées. — M. **A. Crova** donne les résultats de ses observations actinométriques faites en 1895 à l'Observatoire de Montpellier. On retrouve cette année, comme dans les onze années précédentes, les deux maxima principaux du printemps et de l'automne séparés par une très notable diminution en été; leur date seule est sujette à varier avec les conditions météorologiques de l'année. — M. **Charles Henry** a observé que les froids intenses empêchent l'émission lumineuse par les corps phosphorescents, émission qui peut continuer quand le corps reprend une température convenable. L'auteur propose d'appliquer ces faits à la construction d'un dispositif permettant d'emmagasiner la lumière solaire et de la restituer dans la nuit, à l'heure voulue. — M. **P. Garrigou Lagange** examine les relations entre les ondes barométriques lunaires et la variation séculaire du climat de Paris. L'action combinée du nœud et du périgée conduit à la considération d'un cycle de 186 années solaires, comprenant 10 révolutions du nœud et 21 du périgée, au bout desquelles le nœud et le périgée reprennent, à peu près identiquement, la même position par rapport à une commune origine. Ce cycle de 186 ans paraît correspondre à la grande variation signalée par le P. Dechevrens, non seulement pour la pression, mais encore pour la température et la pluie. D'après cela, la pression et la température moyenne doivent augmenter et la pluie diminuer jusque vers la fin du premier tiers du siècle prochain. — M. **A. Ponsot** a effectué des recherches cryoscopiques sur des dissolutions très étendues. Les matières organiques n'ont pas toutes pour abaissement moléculaire limite un nombre voisin de 18,5 et les sels minéraux de même constitution chimique n'ont pas rigoureusement le même abaissement moléculaire limite. — M. **Chapel** adresse une deuxième note sur un point de la théorie cinétique des gaz. — M. **Gino Campos** envoie une note relative à quelques expériences destinées à montrer que les radiations émises par les corps fluorescents présentent les propriétés de rayons Rœntgen. — M. **Ellinger** confirme les résultats obtenus par M. Le Bon sur la lumière noire. — M. **Paul Masson** envoie un mémoire sur un bolide représenté par Raphaël dans le tableau connu sous le nom de « Madone de Foligno ». — M. **Miguel Mérino** donne des détails sur l'apparition du bolide en Espagne le 10 février 1896; il adresse les photographies de quelques fragments recueillis dans les environs de Madrid. — M. **Winchell** a commencé l'étude de la météorite tombée le 9 avril 1894 près de Fisher (Minnesota). Elle est constituée par de l'olivine et de l'enstatite, une petite quantité de fer métallique et de troïlite et par certains minéraux incolores et peu denses, la tridymite, la maskelynite. — MM. **H. Moissan** et **Lengfeld** ont préparé un nouveau carbure de zirconium, CZr, de couleur grise, d'aspect métallique ne se délitant pas dans l'air sec ou humide même à 100°; il raie le verre et le quartz avec facilité. Le zirconium se sépare ainsi du thorium dont le carbure est facilement décomposé par l'eau froide avec production d'éthylène, d'acétylène, de méthane et d'hydrogène. — M. **Georges Charpy** a continué l'étude de la structure et de la constitution des alliages de cuivre et de zinc, de compositions variées : 1° Les alliages de 0 à 35 % de zinc présentent tous les mêmes caractères; le métal est formé par l'agglomération de longues aiguilles dendritiques dont les ramifications sont souvent à angle droit; au delà de 35 % de zinc, la structure change : le métal fondu est formé de cristallites à bords arrondis et sans ramifications dendritiques. 2° Les propriétés physiques indiquent nettement l'existence des composés $CuZn^2$, Cu^2Zn. — M. **Léon Appert** établit le rôle de l'alumine dans la composition des verres : 1° Elle empêche ou retarde la dévitrification. 2° Elle permet d'augmenter la proportion de chaux au détriment de la soude et de la potasse; le verre est plus solide et plus élastique. 3° On peut la substituer en partie à la silice; on obtient un verre plus fusible. 4° Elle augmente la coloration des verres en faisant passer les impuretés ferrugineuses à l'état d'oxyde au minimum. — MM. **Barbier** et **Bouveault**, en oxydant le rhodinol par le mélange sulfochromique, ont obtenu : 1° le rhodinol, $C^{10}H^{18}O$; 2° l'acide rhodinique, composé huileux, $C^{10}H^{18}O^2$, susceptible de fixer une molécule de brome; 3° une huile neutre, $C^{20}H^{36}O^2$, le rhodinate de rhodinyle. Le rhodinol extrait de l'essence de pélargonium est identique à celui de l'essence de roses; sa formule est celle d'un dihydrolémonol :

$$(CH^3)^2C{=}CH{-}CH^2{-}CH^2{-}\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH}{-}CH^2{-}CH^2OH$$

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Ligner** explique la fleur des Crucifères d'après son anatomie. Elle comprend quatre verticille de feuilles opposées et alternes; elle répond à la formule S2, (S + P)2, E2, C2. — M **Douville** examine la constitution géologique des environs d'Héraclée (Asie-Mineure). C'est un ensemble de couches formées: 1° du calcaire carbonifère, 2° du terrain houiller, recouvertes directement en discordance par le Crétacé formé de l'Argovien, de l'Albien.

J. Martin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Mars 1896.

Le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. **Sappey**. — M. **François-Frank** donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques du défunt. — La séance est ensuite levée en signe de deuil.

Séance du 24 Mars 1896.

M. **G. Meillère** envoie une note sur les peptones physiologiques. Il pense qu'à l'emploi des sucs organiques, péniblement et incomplètement extraits des tissus, il serait avantageux de substituer celui des peptones produites par digestion artificielle de ces tissus au moyen de ferments appropriés. — M. **Lanceraux** analyse un mémoire du Dr **P. Lemaistre** intitulé : « Sclérose pulmonaire des ouvriers en porcelaine ». L'auteur, après avoir étudié les lésions produites par les diverses poussières dans les poumons, indique les mesures prophylactiques propres à préserver les ouvriers de ces affections : 1° Rendre les ateliers spacieux et les ventiler suffisamment; 2° instruire les ouvriers du danger des boissons alcooliques;

3° refuser, dans les fabriques, les enfants malingres, débiles, scrofuleux. — M. **J. Renaut** (de Lyon) indique un nouveau traitement de la bronchite diffuse infantile par la balnéation chaude systématique. — MM. **Linossier** et **Lannois** étudient l'absorption des médicaments par la peau saine. Les corps volatils peuvent être absorbés par la peau saine bien au delà des doses thérapeutiques usuelles. Cette absorption régulière permet d'employer à doses massives certains médicaments qu'on ne saurait administrer par l'estomac sans risquer de compromettre les fonctions digestives. En particulier, l'usage des applications de salicylate de méthyle pourra être substitué avec avantage, dans bien des cas, à l'usage externe du salicylate de soude. — M. **Le Dentu** présente quelques remarques sur l'appendicite et son traitement. 1° S'il est vrai qu'un très grand nombre d'appendicites doivent être traitées chirurgicalement, il en est dont la guérison définitive ou provisoire peut être obtenue par les moyens médicaux; 2° Il y a des appendicites qui marchent régulièrement vers la constitution d'un abcès; dans ces cas, l'intervention précoce n'est pas sans danger; 3° L'intervention devient opportune et nécessaire dès que l'on présume que le foyer a été constitué; 4° Lorsque le foyer est profond, l'opération est plus délicate et surtout plus dangereuse; 5° Lorsque la maladie prend d'emblée les allures d'une péritonite générale, ou lorsque la dépression revêt certaines formes particulières, l'intervention doit être aussi hâtive que possible; 6° Il y a danger à s'abstenir de toute intervention lorsque les accidents se sont manifestés plus d'une fois. — M. le Dr **A. Mossé** lit un mémoire sur la natalité, la mortalité et l'immigration dans la ville de Toulouse, de 1875 à 1895.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Février 1896.

M. **P. Bonnier** signale un cas de crampe professionnelle symptomatique de la maladie de Bright; la crampe disparut sous l'influence du régime lacté. — M. **P. Carnot** et Mlle **C. Deflandre** font une communication sur l'évolution des greffes pigmentées. Une greffe noire, transplantée sur de la peau blanche, grandit et s'étale peu à peu; un lambeau blanc, greffé sur un épiderme noir, finit au contraire par être résorbé. Les cellules pigmentées semblent donc plus actives que les autres. — M. **Dumas** a étudié la tension artérielle et le pouls capillaire dans les différents états mentaux; il divise ces maladies en deux grands groupes, les unes présentant de l'hypotension artérielle, les autres de l'hypertension. — M. **Grimbert** a étudié l'action du pneumobacille de Friedlaender sur le xylose et l'arabinose; le premier est décomposé en alcool éthylique, acides acétique et succinique; la seconde donne de l'acide acétique et de l'acide lactique lévogyre. M. Grimbert a rencontré, en outre, un coli-bacille se comportant comme le pneumo-bacille de Friedlaender. — M. **Déjerine** signale les altérations trouvées à l'autopsie d'un homme atteint autrefois de paralysie des quatre membres, et qui en guérissait progressivement. — M. **Gréhant** relate ses expériences sur un chien, empoisonné par l'oxyde de carbone et ramené à la vie par la respiration artificielle, les tractions rythmées de la langue et l'insufflation d'oxygène. — M. **Contejean** est élu membre de la Société.

Séance du 22 Février 1896.

M. **Chantemesse** rappelle les précautions qui doivent être prises dans le diagnostic de la fièvre typhoïde et relate ses expériences sur le traitement sérumthérapique de cette affection; les résultats obtenus sont très encourageants. — M. **J. Babinski** a observé, dans un certain nombre de cas d'hémiplégie ou de monoplégie crurale, une perturbation dans le réflexe cutané plantaire. — M. **L. Dubois** indique les détails de préparation d'un bon milieu de culture pour le bacille de Koch. — M. **Mongour** (de Bordeaux) envoie une note sur un cas de lithiase intestinale, déterminée probablement par une entérite muco-membraneuse. — MM. **Hallion, Le Franc** et **Poupinel** signalent un nouvel antiseptique, le silicofluorure de mercure, qui, dans les expériences, s'est montré plus actif et moins toxique que le sublimé. — M. **Comte** signale un nouvel appareil d'auscultation très perfectionné, le phonendoscope, inventé par MM. Bianchi et Bazy. — M. **Kauffmann** expose une nouvelle méthode pour l'étude des transformations chimiques de l'organisme et la recherche de l'origine de la chaleur animale. — MM. **Gley** et **Charrin** présentent un lapin montrant les lésions osseuses du rachitisme; il provient d'un père et d'une mère qui avaient reçu des toxines diphtériques avant sa naissance.

Séance du 25 Février 1896.

M. **Kauffmann** a continué ses recherches sur le diabète pancréatique; l'extirpation totale du pancréas chez le chien est infailliblement suivie de glycosurie, qui ne disparaît pas par le jeûne; quand la glycosurie est sensiblement influencée par le jeûne, la dépancréatisation n'est pas complète. — M. **G. Marinesco** a étudié les lésions de la substance grise à la suite de la ligature de l'aorte abdominale chez le lapin. — M. **Sabrazès** (de Bordeaux) a trouvé de la substance glycogène dans un polype fibrolipomateux de la cavité buccale, au niveau des foyers de régression du lipome et dans la bordure épithéliale de la tumeur; il croit pouvoir conclure que ce glycogène provient d'une transformation de la graisse à l'intérieur des leucocytes. — MM. **Dastre** et **Floresco** ont étudié l'influence d'une solution intra-veineuse de glycérine sur la coagulation du sang; le sang tend à se coaguler immédiatement après l'émission, mais si on a injecté auparavant une solution de peptone, l'action de la glycérine ne se traduit pas. — M. **Pillet** explique la pathogénie de certains fibromes que l'on trouve dans l'utérus, au pourtour des conduits des trompes, par une inflammation périglandulaire. — M. **Phisalix** a constaté l'atténuation des venins par le passage des courants à hautes fréquences; en outre, ces venins atténués possèdent une action vaccinante.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 28 Février 1896.

M. **Maumené** discute quelques applications de sa théorie générale. — M. **Charles Combes** rappelle les résultats qu'il a déjà publiés sur la réaction du silicichloroforme sur l'aniline. Il a obtenu les composés :

$$HClSi\,Az(C^6H^5)^2, \quad HSi\,Az(C^6H^5)^3.$$

Dans ces combinaisons, la molécule aniline est rattachée au silicium par l'azote. M. Combes est parvenu à réaliser la soudure par le carbone, en partant de la diméthylaniline parabromée. Avec le tétrachlorure de silicium on obtient :

$$Si[C^6H^4Az(CH^3)^2]^4$$

et avec le silicichloroforme, l'analogue silicée de la leucobase du violet hexaméthylé, soit :

$$HSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

Ce dernier produit oxydé par l'azotate mercureux donne le silicol :

$$HOSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

Ce composé est incolore ainsi que ses sels, quoiqu'il ne diffère des matières colorantes correspondantes que par le remplacement du carbone central par le silicium. M. Combes décrit, de plus, l'appareil et le procédé qui lui a permis de préparer de grandes quantités de silicichloroforme. Il se sert, pour cet objet, de silicium de cuivre, préparé au four électrique Héroult.

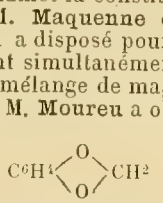
M. Combes est parvenu, par le même procédé, à préparer de notables quantités de silicibromoforme, quoique le rendement soit moins bon; il a constaté, de plus, que dans les mêmes conditions il ne se forme pas de siliciiodoforme. En communiquant ces résultats, il critique une communication récente de M. Vigouroux sur le siliciure de cuivre et ses dérivés. — MM. **Marquis** et **Marie**, en faisant réagir l'acide azoteux sur les ferro et ferricyanures, ont obtenu les réactions :

$$FeCy^6H^4+AzO^2H=FeCy^5(AzO)H^2+CAzH+H^2O$$

et

$$Fe^2Cy^{12}H^6+AzO^2H+H^2O=2(FeCy^6H^4)+AzO^3H;$$

on peut passer ainsi des hexacyanures aux pentacyanures. Les auteurs considèrent ce fait comme difficile à expliquer si l'on admet la constitution cyclique des hexacyanures. — M. **Maquenne** décrit un appareil très ingénieux qu'il a disposé pour la préparation de l'argon, en absorbant simultanément l'oxygène et l'azote de l'air par un mélange de magnésium en poudre et de chaux vive. — M. **Moureu** a obtenu la méthylène pyrocatéchine :



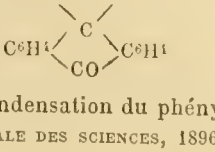
par l'action de l'iodure de méthylène sur la pyrocatéchine disodée. C'est un produit huileux, insoluble dans les alcalis, de densité 1,203, bouillant à 172°-173°. — M. **Colson** a obtenu des photographies par influence électrique. En même temps qu'il présente ses épreuves, l'auteur donne le résumé des résultats curieux qu'il a déjà obtenus et dont il poursuit l'étude. — M. **Carnot** a déposé deux notes : 1° Analyse par les procédés volumétriques d'un mélange de chlorures, d'hypochlorites et de chlorates; 2° Analyse d'un mélange de chlorures, de chlorates et de perchlorates.

E. Charon.

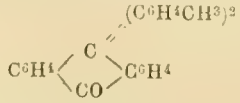
SECTION DE NANCY

Séance du 18 Mars 1896.

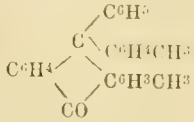
MM. **A. Haller** et **Michel** ont observé que, lorsqu'on chauffe de la benzine renfermant du thiophène avec de petites quantités de chlorure d'aluminium anhydre (0,5 à 1 %), il se produit un dégagement d'acides sulfhydrique et chlorhydrique et que la benzine après distillation et lavage à la soude, ne donnait plus la réaction colorée de l'isatine en présence de l'acide sulfurique. Ils préconisent donc ce traitement des benzines thiophéniques chaque fois qu'il s'agit d'obtenir une benzine pure. Ils ont constaté, en outre, que des benzines ainsi purifiées ne noircissent plus en présence de l'acide sulfurique et ne donnent plus de produits visqueux et incristallisables dans les condensations effectuées avec ce carbure en présence du chlorure d'aluminium. Il en est ainsi de la préparation de l'acide benzoylbenzoïque, du diphénylphtalide, du ditolylphtalide, etc... Le toluène se prête à la même réaction et peut être débarrassé du thiotoluène qu'il renferme. Il est toutefois à remarquer qu'avec ce dernier carbure, il y a une perte notable qui peut aller jusqu'à 30 %, suivant la quantité de chlorure d'aluminium employé. Il se forme dans ces conditions des produits de condensation, de phénylméthane, triphénylméthane, etc. — M. **Guyot** a poursuivi les travaux commencés en collaboration avec M. Haller sur la diphénylanthrone et ses dérivés. Il décrit la préparation et les propriétés de quelques homologues méthylés, dans lesquels les groupes méthyle semblent occuper la position para vis-à-vis du carbone tétraphénylé. La phényltolylanthrone



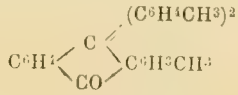
s'obtient par condensation du phényloxanthranol ou de son chlorure avec le toluène. Petits cristaux blancs fondant à 209°. La ditolylanthrone :



s'obtient par condensation du chlorure d'anthraquinone avec le toluène. Elle cristallise dans la nitrobenzine en gros prismes transparents fondant à 235° et qui appartiennent au système clinorhombique. La phénytolyl et méthylanthrone :



est isomérique avec la précédente et se forme par condensation du toluène avec le phénylméthyloxanthranol. Petits cristaux difficilement sublimables, fondant à 176°. La ditolyl βméthylanthrone :



a été trouvée parmi les produits secondaires de la préparation de la ditolylphtalide. Elle se forme encore soit par condensation du toluène avec le tolylméthyloxanthranol, soit par condensation du même carbure avec la modification du tétrachlorure de phtalyle fondant à 88°. M. Guyot fait remarquer que ce dernier mode de formation vient à l'appui de la formule de constitution dissymétrique proposée par M. Haller et par lui pour ce tétrachlorure. Cette anthrone se présente en petits cristaux, fondant à 217° et difficilement sublimables. — M. **Férée** a analysé l'amalgame de molybdène solide qu'il a obtenu par voie électrolytique. Cet amalgame, soumis à des pressions différentes, abandonne du mercure et donne des corps stables pour des pressions déterminées. Il a préparé ainsi des amalgames correspondant aux formules suivantes :

$$MoHg^3,\quad MoHg^2\quad \text{et}\quad Mo^2Hg^3.$$

Par distillation de ces amalgames, on obtient du molybdène pyrophorique qui décompose à froid l'acide sulfureux en devenant incandescent. Ce molybdène est sans action sur l'azote et l'acide carbonique; mais, chauffé au rouge sombre, il réagit sur l'oxyde de carbone avec un grand dégagement de chaleur. M. Férée se propose d'étudier les produits formés dans ces réactions, ainsi que d'autres propriétés de ce métal. — M. **Meslans** a entrepris l'étude des fluorures de soufre. Outre l'action directe du fluor sur le soufre ou ses oxydes, la double décomposition entre les dérivés chlorés du soufre et divers fluorures, et plus particulièrement le fluorure de zinc anhydre, lui ont permis de préparer plusieurs de ces composés, dont quelques-uns sont gazeux. M. Meslans décrit plus spécialement l'un d'entre eux, le fluorure de thionyle $SOFl^2$; c'est un gaz incolore qui ne se liquéfie qu'au voisinage de 30° en un liquide mobile incolore. La densité de ce gaz est de 2,9. Introduit dans les voies respiratoires, il provoque une suffocation très pénible, comme l'oxychlorure de carbone; sec et pur, il n'attaque ni le verre, ni le mercure. L'eau le détruit lentement en donnant un mélange d'acides sulfureux et fluorhydrique. Le gaz ammoniac réagit de suite en donnant un mélange de thionamide $SO(AzH^2)$ et de fluorure d'ammonium. M. Meslans poursuit l'étude des autres fluorures, dont il fera connaître les propriétés dans une prochaine communication.

A. Haller.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Communications récentes.

M. **Campbell Swinton** montre diverses photographies obtenues par la méthode de Röntgen. — M. **Scott** présente divers instruments géométriques imaginés par M. **Monticolo** et lui. L'un de ces instruments sert à tracer des arcs de cercle de rayons trop grands pour qu'on puisse employer le compas. Les autres sont des planimètres qui présentent divers perfectionnements. — M. **Burton** lit une communication de M. **Everett** sur les « tons résultants ». L'auteur expose la théorie de Helmholtz, les objections qu'il lui adresse, et sa propre théorie. Elle est fondée sur cette considération, que si l'on analyse en série de Fourier une courbe périodique composée de deux mouvements harmoniques simples de fréquence m et n, on n'obtient que ces deux termes. Si l'on a commis, à l'origine, une erreur en ajoutant ensemble les deux harmoniques simples, cette erreur sera répétée pour chaque onde, et, outre les deux termes de fréquence n et m, on aura à l'analyse, un terme de fréquence f, f étant le plus grand commun diviseur de n et m. C'est ce terme de fréquence f que l'auteur appelle le terme *fondamental commun* des tons n et m. L' « erreur » est dans la production d'une courbe composée, et l'auteur suppose qu'elle est produite durant la transmission du son par les osselets de l'oreille. A l'appui de ces idées, l'auteur trouve que dans le violon, où l'âme, comme les osselets de l'oreille, transmet les vibrations d'une partie de l'instrument à une autre, il est aisé, en pinçant deux cordes à la fois, d'obtenir une combinaison de sons dont la fréquence est d'accord avec celle qu'exige la théorie. Ainsi, avec la sixte majeure (5 : 3), la seconde majeure (9 : 8) ou la septième mineure (9 : 5), on entend clairement le son fondamental (1) et il est perçu également par la main qui tient l'instrument. L'auteur a réussi encore à déceler ce son résultant, en tenant un résonateur de Helmholtz en contact avec le corps du violon. M. Burton estime que la théorie de M. Everett est préférable à la théorie acceptée d'ordinaire, mais il lui reproche d'attribuer trop exclusivement le rôle prépondérant au premier terme, dans une série de Fourier.

Elections annuelles : Le capitaine **Abney** est élu président; vice-présidents : MM. **Shelford Bidwell**, **Festing**, **Perry**, **Johnstone Stoney** ; secrétaires : MM. **Blakesley** et **Elder**; trésorier : M. **Atkinson** ; « demonstrator » : M. **Vernon Boys**.

MM. **Ramsay** et **Eumorfopoulos** : Sur la détermination des hautes températures par le *meldomètre*. Le *meldomètre*, instrument inventé par M. Joly, de Dublin, consiste en une bande de platine, qui peut être chauffée par le passage d'un courant électrique. De petits fragments d'une substance solide sont placés sur la bande de platine, et la température à laquelle elles fondent (*melt*) est déduite de la longueur de la bande de platine, qui a été préalablement calibrée au moyen de corps solides dont les points de fusion sont connus. Les auteurs ont employé l'or pour calibrer l'appareil, et ont pris le nombre de M. Violle, 1045° C. pour le point de fusion de l'or. On a fait de nombreuses mesures de points de fusion : de sels de sodium, de lithium, de strontium, de baryum, de calcium et de plomb. Les résultats diffèrent beaucoup de ceux qu'ont obtenus Heycock et Neville, sans que les auteurs aient pu déterminer la cause de ces différences. M. Ramsay pense que le principal avantage de cette méthode est qu'elle n'exige qu'un très petit fragment de matière pour la mesure, ce qui permet d'assurer l'extrême pureté de l'échantillon. — M. **Ramsay** montre un petit spectroscope à vision directe, dans lequel l'oculaire se meut dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'instrument, au moyen d'une vis micrométrique. Cette forme de spectroscope est trouvée être d'une grande utilité pour la vérification de la position des raies du spectre.

Sir D. Salomons montre quelques expériences avec des lampes à incandescence. Un grand électro-aimant est excité par un courant continu tandis qu'un courant alternatif passe dans la lampe à incandescence. En approchant la lampe de l'aimant, le filament se met en vibration, et, si la lampe est assez près de l'aimant, le filament peut se briser. Le nombre et la position des nœuds formés dans le filament en vibration ne dépendent pas de la période naturelle du filament, mais de la fréquence du courant alternatif. — MM. **S. P. Thompson**, **Ayrton** et **Perry** présentent diverses observations. — MM. **Fleming** et **Petavel** : « Etude analytique de l'arc à courant alternatif. » On a étudié la distribution de la lumière dans les diverses régions rayonnantes de l'arc, quand on a une puissance électrique donnée, une période donnée, et une différence de potentiel entre les charbons également donnée. La puissance se mesure avec un wattmètre bifilaire ; pendant que, par le moyen d'une série de miroirs et d'un disque tournant porté par un moteur à courant alternatif synchrone, on peut comparer la valeur moyenne de la lumière provenant d'une partie de l'arc avec la valeur instantanée de la lumière émise par la même partie de l'arc, et émise à une phase fixée d'avance de la période. L'arc lui-même est alors son propre étalon, et l'on élimine les difficultés dues à de petites variations dans la lumière moyenne de l'arc. Les faits observés peuvent se résumer ainsi : La lumière pourpre du véritable arc subit une variation périodique, et autant que l'œil en peut juger, elle s'éteint complètement durant un certain intervalle, à une certaine phase de la période ; elle a des valeurs maxima égales durant la période, à des instants qui suivent de très près les instants où il y a maximum de dépense de puissance dans l'arc. D'un autre côté, l'éclat du cratère de charbon varie entre une valeur minima et deux valeurs maxima inégales; le maximum le plus grand se produit quand le charbon est positif et à un instant suivant de très près l'instant du maximum de dépense de puissance. La seconde partie du mémoire consiste en une comparaison entre le rendement de l'arc à courant alternatif considéré comme source lumineuse et le rendement de l'arc à courant continu qui absorbe la même puissance. On a employé deux arcs pouvant représenter les types des arcs employés dans la pratique et comparé l'intensité moyenne sphérique pour une égale dépense de puissance ; et on a trouvé que, pour l'arc à courant alternatif employé, l'intensité moyenne sphérique a toujours été moindre que celle de l'arc à courant continu. En abaissant la fréquence, il semble qu'on diminue le rendement de l'arc à courant alternatif. — Une discussion s'engage, à laquelle prennent part MM. **Ayrton**, **S. P. Thompson**, **Blakesley**. MM. Ayrton et Thompson insistent sur l'influence de la qualité des charbons et de la longueur de l'arc sur le rendement de l'arc, et estiment que nos connaissances ne sont pas encore suffisantes pour qu'on puisse se prononcer encore sur la question de savoir si l'arc alternatif peut être rendu aussi bon que l'arc continu.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Récentes communications.

M. **Vivian B. Lewes** : Sur la théorie de la lumière de l'acétylène. L'auteur s'élève contre les objections élevées par Smithells contre cette théorie basée sur les considérations suivantes : les hydrocarbures non saturés sont, dans la partie intérieure de la flamme, convertis pour la plupart en acétylène avant qu'il y ait production de lumière ; l'acétylène produit de la lumière lorsqu'il est chauffé dans un tube de verre où il n'y a pas d'air; la température nécessaire à la décomposition de l'acétylène avec production de lumière n est pas suffisante pour produire l'incandescence du charbon mis en liberté par cette décomposition; dans les flammes lumineuses produites par des hydrocarbures l'intensité de la lumière varie directement sui-

vant la teneur en acétylène. — MM. **J.-B. Cohen** et **W. H. Archdeacon** en partant de l'ortho et paracétotoluide, de l'α et β-acétonaphtalide, benzanilide, formanilide et les traitant avec des solutions de méthylate et éthylate de sodium, ont obtenu des corps analogues à celui obtenu en partant de l'acétanilide et qui a pour formule : $PhAz\,Ac.CH_3ONa$. — M. **Thomas Ewans** : Sur la conductibilité électrique de la formanilide et thioformanilide. — M. **J. Henderson** : Action du sucre sur une solution de nitrate de cuivre ammoniacal. — M. **W. J. Humphreys** conclut à la suite de nombreuses expériences que la solution et la diffusion des métaux dans le mercure ne diffère pas essentiellement de la solution des corps solides non métalliques dans les liquides. Le cuivre et l'argent se dissolvent dans le mercure en assez grande quantité, mais diffusent très rapidement. — MM. **Percy-Frankland F. R. S.** et **John Mac Gregor** publient leurs recherches stéréochimiques sur quelques éthers sels des acides glycériques actif ou inactif dans lesquels ils ont fait entrer les groupes monobenzoyl, dibenzoyl, diphénylacétyl et dipropionyl. — MM. **Percy-Frankland F. R. S.** et **R. H. Pickard** ont étudié les variations du pouvoir rotatoire du dibenzoyl-glycérate de méthyle en le dissolvant dans le benzène, le nitrobenzène, le dibromure d'éthylène et l'acide acétique. — M. **J. C. Caïn** : Action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool éthylique.— MM. **J. Walker** et **J. R. Appleyard** : Transformation des cyanates d'ammonium alkylés en leurs urées correspondantes. — M. **Lloyd Snape** décrit le sel de m. et p. phénylène de l'acide phénylènethiocarbonique obtenus le premier en partant du phénylcyanate et dithiorésorcinol, le deuxième au moyen du phénylcyanate et du dithioquinol. — M. **T. B. Woord** donne les résultats de quelques analyses relatives aux quantités de potasse contenues dans quelques terrains.

M. le professeur **Fitzgerald F. R. S.** présente un mémoire sur Helmoltz dont il étudie les œuvres spécialement au point de vue chimique. Au nom de la Société, le Président lui adresse des félicitations.

MM. **W. A. Tilden** et **R. E. Barnett** ont fait une série de déterminations de la densité de vapeur de l'anhydride phosphorique ; à une température élevée, cette formule devient P^4O^{10} au lieu de P^2O^5. D'autres recherches sur la densité de vapeur de l'acide métaphosphorique, il résulte que ce corps est partiellement dissocié par la chaleur en eau et anhydride. Cet acide a comme formule $H^2P^2O^6$. — MM. **A. Hutchinson** et **W. Pollard** donnent les propriétés et la préparation du tétracétate de plomb. Leurs recherches sur les acétates thallique et manganique leur ont montré que ces sels avaient des propriétés analogues à celles du tétracétate de plomb. — M. **Alfred H. Allen** expose une nouvelle méthode pour la détermination de l'urée par le procédé de l'hypobromite. L'auteur a trouvé qu'en ajoutant une petite quantité de cyanate de potassium avant d'ajouter l'hypobromite, on obtient 99.80/0 de l'azote total au lieu de 91 à 97 obtenu par la méthode habituelle.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Février 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. de Vries** s'occupe d'une relation entre les ovales de Descartes et l'hyperboloïde à une nappe. Si l'on représente par p, q, r les distances d'un point quelconque à trois points P, Q, R d'une droite et par f, g, h les distances QR, RP, PQ de ces points entre eux en valeurs absolues, on a :

$$fp^2 - gq^2 + hr^2 = fgh \text{ (théorème de Stewart)};$$

cette relation représente un hyperboloïde à une nappe, si l'on considère p, q, r comme les coordonnées rectangulaires d'un point de l'espace. Pour chaque courbe de Descartes dont

$$ap + bq + c = 0$$

est l'équation en coordonnées bipolaires, on peut trouver un troisième pôle R de manière que cette équation représente en même temps la projection d'une droite de l'hyperboloïde trouvé sur le plan POQ ; cette droite est donc une représentation des ovales de Descartes. Comme les projections de cette droite sur les plans POR et QOR sont rectilignes en même temps, le point R a pour la courbe de Descartes la même signification que P et Q (troisième foyer de Chasles). Ainsi les deux systèmes de génératrices de l'hyperboloïde correspondent aux deux systèmes d'ovales de Descartes à trois foyers communs. Cette représentation des ovales de Descartes dans l'espace fait défaut quand R coïncide avec P et Q ; alors on trouve des limaçons de Pascal. Un plan par l'origine peut couper l'hyperboloïde de manière que la projection de la section sur POQ ait l'équation $pq =$ constante. Donc les courbes Cassiniennes se représentent par une équation tripolaire linéaire et homogène. Le pôle du troisième rayon vecteur est un troisième foyer. Même il y a un quatrième foyer, symétrique de ce troisième par rapport au centre de la courbe. Pour la lemniscate ces nouveaux foyers coïncident avec le centre ; pour les courbes à une branche unique ils sont imaginaires. — M. **P. H. Schoute** fait une communication sur les courbes gauches de la surface romaine de Steiner, représentée par :

$$y^2z^2 + z^2x^2 + x^2y^2 = 2kxyz.$$

D'abord il démontre que cette surface S^4 n'admet pas de courbes d'ordre impair (théorème de Cremona et de Sturm) ; sa démonstration diffère totalement de celle de M. Cremona, elle est plus rigoureuse que celle de M. R. Sturm. Ensuite il s'occupe des quartiques R_2^4 de seconde espèce situées sur S^4, de leurs cônes projetants à sommet O, de l'involution des couples des courbes R_2^4 qui se trouvent sur la même quadrique et des couples correspondants de cônes projetants, des quartiques R_1^4 de première espèce à point double qui forment des cas particuliers de R_2^4, etc.

2° Sciences physiques. — M. **E. Mulder** présente la seconde partie d'un travail commun de lui-même et de M. **J. Heringa** intitulé : Recherches sur un peroxynitrate d'argent. — M. **S. Hoogewerff** présente la thèse de M. **A. R. van Linge** « Ueber die Einwirkung von Kaliumhypobromit in alkalischer Lösung auf Amiden » (Sur la réaction de l'hypobromite de potassium en solution alcaline sur des amides).

3° Sciences naturelles. — M. **W. F. R. Suringar** fait une communication sur des *Mélocactus* reçus depuis peu de l'île Saint-Martin. Ils appartiennent au groupe des Mélocacti communs et se rattachent de plus près au *M. communis* var. *macrocephalus*, décrit par Link et Otto. Ils représentent deux types que l'auteur distingue par les noms de *M.* (*communis*) *Linkii* et *M.* (*communis*) *croceus*, le nom entre parenthèses désignant la souche commune. La comparaison de ces objets avec d'autres que l'auteur a rapportés lui-même de l'île de Saint-Eustache, et avec la figure et la description d'objets du même genre de l'île Saint-Christophore par Hooker, apprend que, dans ces îles très rapprochées l'une de l'autre, il s'est développé des formes différentes et constantes de la souche commune. En outre l'auteur a rassemblé toutes les données anciennes sur le genre, depuis Lobelius en 1576 jusqu'à la monographie de Miquel en 1840. En attendant qu'une illustration plus générale que l'auteur prépare, puisse paraître, il présente une « quatrième contribution à la connaissance du genre » faisant suite à celles qui ont été publiées en 1885, 1889, 1893 et contenant le résultat de ses dernières recherches. Elles ont rapport aux *Mélocactus* à épines crochées, auxquels appartiennent le M. de Lobelius et de Besler, et dont l'auteur a récolté plusieurs espèces dans l'île d'Aruba, et surtout au groupe des M. communs, appartenant aux Antilles septentrionales, depuis Cuba et la Jamaïque jusqu'à Névis. Deux planches accompagneront le traité.— M. **N. W. P. Rauwenhoff**

présente un travail de M. H. F. Jonkman intitulé : « Embryogénie de l'*Angiopteris* et de la *Marattia*. » Dans son *Handbuch der systematischen Botanik* (t. I, Cryptogames, p. 582) Luerssen communique qu'il a obtenu quelques rares embryons unicellulaires et quelques jeunes plantes de la *Marattia*, mais qu'il n'a pu en suivre le développement ultérieur, ses cultures ayant péri. Lors de son séjour dans l'île de Ceylan, Farmer (*Annals of Botany*, t. VI, n° 23) recueillit autant de prothalles que possible de l'*Angiopteris*, dans l'intention d'étudier le développement du sporophyte. Ainsi il lui a été possible de faire quelques communications intéressantes au sujet de l'embryon de l'*Angiopteris evecta* Hoffm. Dans ses excursions botaniques dans les îles Hawaï, Campbell (*Ann. of Bot.*, t. VIII, n° 29) trouva un grand nombre de très jeunes plantes de la *Marattia Douglasii* Baker, ainsi que quelques prothalles avec des embryons, ce qui lui permit d'étudier les phases principales du développement de ces plantes. Cependant le matériel dont il disposait ne lui permit pas de jeter un peu de lumière sur les premiers cloisonnements de l'embryon. Après avoir semé à plusieurs reprises des spores de différentes espèces des deux genres, M. Jonkman a réussi à étudier leur embryogénie. Il y a quelque temps, il en avait déjà étudié la génération sexuée (*Arch. Néerl.*, t. XV, p. 199) en commençant par la germination des spores et finissant par la formation des anthérozoïdes et des oosphères. Après que l'anthérozoïde a pénétré dans l'oosphère par l'endroit de la tache claire, celui-ci s'entoure d'une membrane de cellulose et forme un nouvel individu, l'embryon, qui se développe tout de suite en sporophyte. Aussi bien pour l'*Angiopteris* que pour la *Marattia*, le premier cloisonnement de l'embryon se fait autrement que pour le reste des fougères. La cloison basale qui divise l'embryon en deux cellules à peu près égales, est sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'archégone, tandis que chez les fougères leptosporangiates cette première cloison est parallèle à l'archégone. Par suite de la position de la cloison basale, les Marattiacées diffèrent de toutes les autres fougères connues, quant à la position des organes qui se développent de l'embryon. Par la première cloison l'embryon est divisé en une moitié épibasale et une moitié hypobasale. La dernière est tournée du côté du col, alors presque fermé, de l'archégone, tandis que la première est tournée du côté du prothalle. Ensuite chacune de ces moitiés se subdivise en deux cellules par une cloison médiane perpendiculaire à la cloison basale et parallèle à l'axe longitudinal du prothalle ; dès lors, l'embryon se compose de quatre cellules en forme de fuseaux rectangulaires. Immédiatement après, quelquefois même avant cette transformation, dans chaque cellule il se forme de nouvelles cellules à l'aide d'une cloison transversale perpendiculaire aux cloisons existantes et au prothalle, de sorte qu'alors l'embryon se compose de huit cellules à peu près égales. Ensuite la formation de cloisons se fait d'abord presque simultanément dans les huit parties. Mais bientôt on constate des différences, les cloisonnements ne se répètent plus dans l'ordre régulier, si facile à suivre dans les fougères étudiées jusqu'ici. Cette irrégularité apparente doit être attribuée à l'absence de cellules terminales, d'où procède chez les autres fougères tout développement ultérieur. La cloison basale détermine la position des organes dans l'embryon ; la partie épibasale fait naître le cotylédon et la tige, tandis que la partie hypobasale produit la racine et le pied. Mais la position de ces organes dans l'archégone diffère chez l'*Angiopteris* et la *Marattia* de celle dans les fougères leptosporangiates. Chez ces derniers le cotylédon se développe de cette partie de la moitié épibasale qui touche au col de l'archégone, tandis que dans les deux espèces étudiées le cotylédon naît d'une partie de la moitié épibasale, tournée comme le cotylédon du côté du prothalle. Aussi le cotylédon, au lieu de paraître à la partie inférieure du prothalle, se montre à la partie supérieure après avoir percé le prothalle. Ce changement de position entraîne une position différente des autres organes. Et, de sphérique qu'il était, l'embryon devient ellipsoïdal dans ses développements ultérieurs. Par l'intermédiaire du pied, l'embryon reste en contact avec le prothalle. Grâce à des cloisonnements nouveaux, ce pied continue à se développer. Au moyen de cet organe, l'embryon reçoit du prothalle la nourriture nécessaire. Ce prothalle est encore en évidence dans les plantes déjà très développées ; au contraire, l'auteur n'a jamais réussi à constater près de la racine une cellule terminale. Il se présentait toujours quatre cellules, d'où se développe la racine ; on se trouve donc en présence d'une croissance tenant le milieu entre celle des fougères leptosporangiates (cellule terminale) et celle des phanérogames à méristème. Dans la croissance du cotylédon il n'est non plus question de cellule terminale. D'abord il croît dans le sens de la partie supérieure du prothalle, ensuite il se courbe. La tige ne se développe non plus d'une seule cellule terminale, mais par un méristème à petites cellules, de sorte qu'aussi sous ce rapport les Marattiacées se trouvent placées entre les phanérogames et les autres fougères. Au moment où le cotylédon commence à se courber, on voit dans l'axe de l'embryon le premier développement d'un faisceau vasculaire, les premières trochéides se forment, et déjà l'on constate la présence de cellules contenant de l'acide tannique avant que l'embryon sorte du prothalle. Peu de temps après, la première racine est visible, et en même temps le cotylédon se fraie un chemin à travers le côté supérieur. C'est encore par la manière dont le cotylédon se fait jour que les deux espèces étudiées se distinguent : car dans les autres fougères le cotylédon et la tige sortent du côté inférieur. La seconde feuille paraît presque en face de la première, et la troisième se produit à côté du cotylédon. La structure de chaque nouvelle feuille devient plus compliquée. Les deux premières feuilles n'ont pas de stipules. Les pétioles, les feuilles et la tige sont couvertes de cellules à acide tannique. A la base de chaque feuille il se forme d'abord d'ordinaire une seule racine ; chez les plantes plus vieilles les racines sont souvent plus nombreuses que les feuilles. Le cotylédon de l'*Angiopteris* est spatulé et possède une nervure médiane ; celui de la *Marattia* est un peu lobé et montre une nervure ramifiée. Après les recherches sur l'anatomie de ces plantes, l'auteur s'occupera de leur parenté avec d'autres groupes. Il lui semble qu'elles se rapprochent, sous plusieurs rapports, plus des hépatiques (Anthécérotées) que les autres Ptéridophytes, et qu'elles présentent des points de ressemblance frappants avec les Phanérogames. — M. Th. W. Engelmann présente un travail de M. H. J. Hamburger sur l'influence de la pression intra-intestinale sur la résorption dans les intestins. Sont nommés rapporteurs, MM. Engelmann et T. Place.

P. H. Schoute.

RECTIFICATION

Notre collaborateur, M. A. Péron, nous prie de porter à la connaissance des lecteurs de la *Revue* la petite rectification suivante :

Dans l'analyse de la thèse de M. Répelin, publiée dans le dernier numéro (page 321), M. A. Péron exprimait le regret que l'ouvrage ne fût pas accompagné d'une carte géologique des environs d'Orléansville, qui eût facilité l'intelligence du texte.

Or le mémoire de M. Répelin est réellement accompagné d'une carte, mais elle avait été omise dans l'exemplaire adressé à notre collaborateur.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

536.44

LE LABORATOIRE CRYOGÈNE DE LEYDE

Il est extrêmement désirable, pour un grand laboratoire de physique, qu'une partie soit spécialement affectée aux recherches concernant les basses températures. En France, aucun établissement officiel n'a, que je sache, réalisé ce désideratum, alors qu'à l'Étranger de grands efforts, couronnés de succès, ont été faits dans cette direction. J'ai, en effet, dans un article récent [1], signalé aux lecteurs de cette *Revue* l'existence en Hollande, en Allemagne, en Angleterre, d'installations pour la production continue des basses températures. La plus remarquable paraît être le *Laboratoire cryogène de Leyde*, œuvre du Pr Kamerlingh Onnes. Ce savant l'a décrit dans un mémoire résumé succinctement ici même [2]. Mais une courte analyse ne saurait donner une idée suffisante des résultats obtenus. C'est qu'il y a, dans ce cas comme dans beaucoup d'autres, une très grande distance entre la théorie et la pratique, entre l'idée et les multiples opérations requises pour la réaliser. Le mémoire même de l'auteur ne divulguerait pas les secrets d'une installation qui a coûté au savant membre de l'Académie des Sciences d'Amsterdam dix années d'efforts non interrompus. Presque tout l'intérêt est, en effet, dans les détails des instruments, les connexions et la disposition relative des appareils, détails et arrangements que seuls des plans et des dessins cotés peuvent indiquer.

A ma demande, M. le Pr Onnes a bien voulu réserver à notre pays la publication de ces dessins et de ces plans. Qu'il me soit permis de le remercier de la preuve de haute sympathie qu'il veut bien donner ainsi à la science française et de faire bénéficier les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* d'une véritable primeur scientifique.

I. — Principes de la production des basses températures.

On ne peut, d'emblée et d'une façon durable, obtenir des températures très basses. On n'y arrive que progressivement, par des *chutes* successives de température. Lorsque les chutes sont produites par des corps différents, elles constituent le procédé dit de la *cascade* [1].

Un premier gaz liquéfié, facile à se procurer, se refroidit fortement par son évaporation rapide sous l'action d'une pompe et fournit, par rapport à la température ambiante, une *première* chute de température. Le bain réfrigérant formé par ce liquide permet de liquéfier, sous une pression de quelques atmosphères, un second gaz à température critique beaucoup plus basse. L'ébullition rapide de ce second gaz liquéfié abaisse encore sa température et fournit une nouvelle chute, et ainsi de suite. La *cascade* peut comprendre deux, trois, quatre... gaz liquéfiés, choisis de façon que leurs températures critiques forment elles-mêmes une

[1] *Revue générale des Sciences*, n° 14 de l'année 1895, p. 617-619.

[2] *Revue générale des Sciences*, n° 2 de l'année 1895, p. 86.

[1] Les basses températures produites par la détente des gaz comprimés (méthode de M. Cailletet pour la liquéfaction des gaz) ont été utilisées récemment par MM. Hampson et Linde.

cascade de températures. On obtiendra évidemment la plus basse température possible par l'emploi d'une cascade ayant pour dernier échelon le gaz dont la température critique est la plus basse de toutes.

Cette méthode serait très onéreuse si les vapeurs résultant de l'ébullition des liquides étaient perdues : car il faudrait disposer d'énormes masses de gaz liquéfiés et le maintien de la température la plus basse ne serait possible que pendant le temps correspondant à l'épuisement de l'un des liquides de la cascade. La méthode serait tout à fait impraticable pour des expériences de longue durée.

Si, comme M. Raoul Pictet l'a fait le premier dans ses expériences sur la liquéfaction de l'oxygène et de l'hydrogène, on établit une *circulation continue* de chacun des liquides, les vapeurs produites par l'ébullition étant aspirées par une pompe, puis comprimées jusqu'à leur retour à l'état liquide et ainsi de suite, il en est tout autrement. Chacun des corps de la cascade parcourant un *cycle fermé* d'opérations, les différentes chutes de température et en particulier la dernière peuvent, grâce au fonctionnement régulier des pompes, être maintenues aussi longtemps qu'on voudra. Dans ces conditions, la dépense des gaz est faite une fois pour toutes, et les fuites inévitables qui se produisent avec les appareils les mieux clos ont pour seule conséquence d'exiger, de temps en temps, le remplacement du gaz qui s'est échappé.

La méthode suivie à Leyde pour l'obtention des basses températures est celle de M. R. Pictet, c'est-à-dire *l'emploi de la cascade combiné à une circulation complète de chacun des corps qui en constituent les échelons*. Ceux-ci ont été choisis en s'inspirant des travaux des savants passés maîtres dans l'art de manier les gaz liquéfiés : M. L. Cailletet et ses émules, MM. Wroblewski et Olszewski.

M. K. Onnes emploie trois chutes de température, fournies par le chlorure de méthyle, l'éthylène et l'oxygène ; d'où trois cycles de transformations que nous allons étudier successivement et dont les causes de perfection sont :

L'échelonnage raisonné de la cascade ;

Le minimum de la conductibilité des parois et de leur équivalent calorifique ;

Le maximum de contact des cycles avec le minimum de substances ;

La suppression automatique des différentes causes de dangers.

La réalisation d'un triple cycle est une des caractéristiques du Laboratoire cryogène de Leyde. M. R. Pictet, dans son installation de 1878 comme dans son installation récente de Berlin, n'emploie que deux cycles. Il en est de même du Pr J. Dewar dont les mémorables recherches sur la liquéfaction de l'air, analysées récemment dans ces colonnes [1], alors que le manuscrit de cet article était déposé, ont été faites avec un double cycle, composé d'éthylène et de bioxyde d'azote ou d'acide carbonique.

L'ensemble de l'installation de Leyde est donné par le schéma de la planche hors texte [2], dont toutes les parties sont figurées au $\frac{1}{30}$ de leur grandeur naturelle. Chacun des cycles est caractérisé par une teinte plate différente : le chlorure de méthyle par du bleu, l'éthylène par du rouge, l'oxygène par du vert. Il est donc aisé de les distinguer, d'autant plus que le sens de la circulation des liquides ou des gaz est indiqué par des flèches à simple fer pour le premier cycle, à double fer pour le second, à triple fer pour le troisième et dernier cycle (oxygène). La moitié supérieure du schéma montre les trois circulations ; la moitié inférieure comprend à peu près exclusivement les pompes.

II. — Cycle chlorure de méthyle.

Ce gaz étant livré sensiblement à l'état de pureté par l'industrie, il n'y a rien à dire de sa préparation. Il est contenu dans un corps métallique A (pl. I) [3] suffisamment résistant pour supporter la tension de vapeur du chlorure de méthyle à la température du laboratoire.

De A, après avoir passé dans un indicateur de niveau (F″, Pl. I et fig. 1, n° 2), le liquide se rend dans une sorte de boîte creuse B [4] et forme bain autour du tube à éthylène liquide. Un robinet R, à poignée isolante, sert à régler le courant de chlorure de méthyle liquide, dont un appareil filtrant (fig. 1, n° 3) arrête les impuretés au moyen de laine de verre. En B, le chlorure liquide est en pleine ébullition ; ses vapeurs, aspirées par la pompe P, passent dans le régénérateur C, où elles entourent un serpentin dans lequel circule *en sens contraire* l'éthylène sous pression.

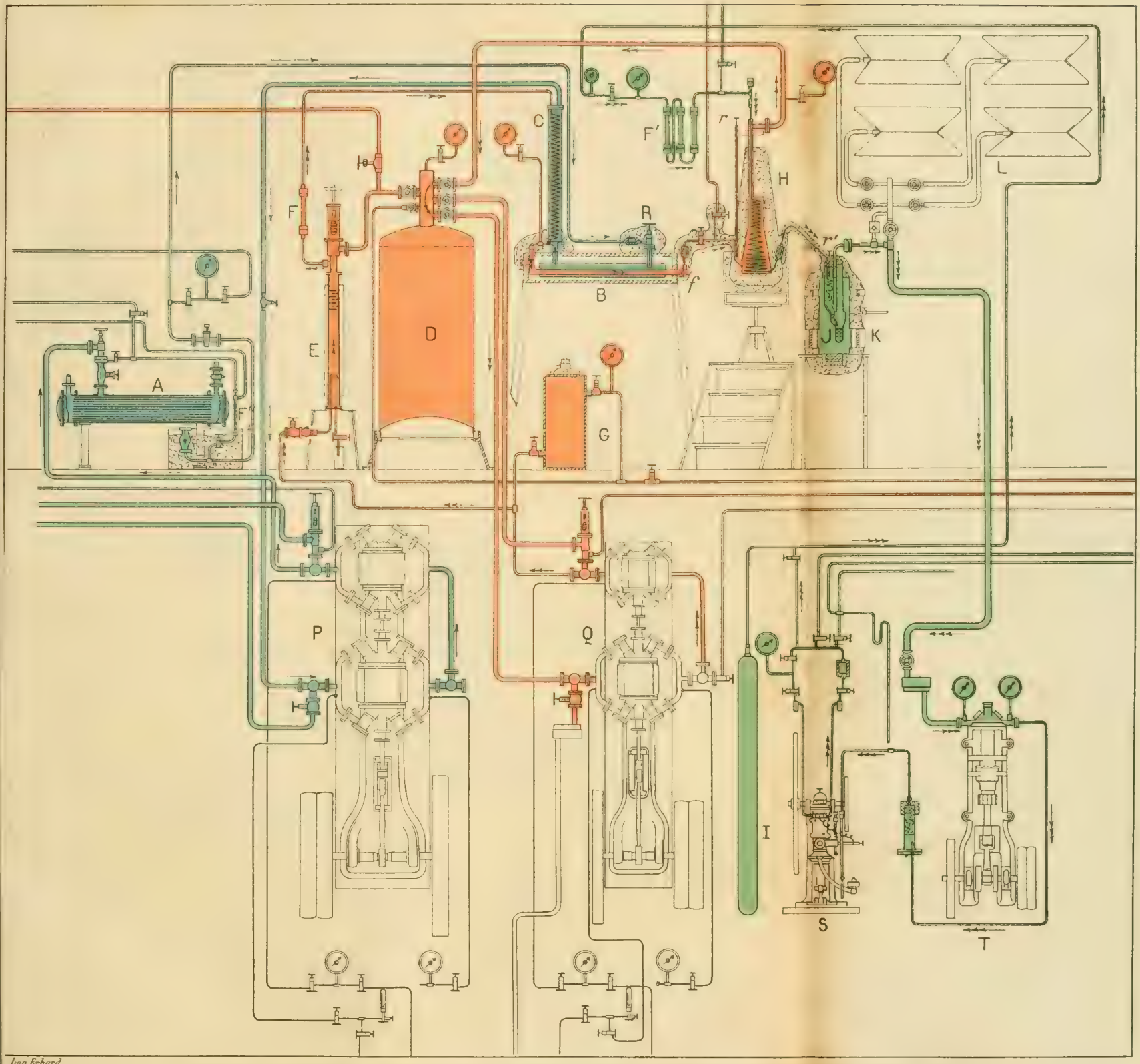
De C, les vapeurs de chlorure de méthyle, *ramenées à la température ambiante* par l'éthylène, vont à la

[1] *Revue générale des Sciences*, n° du 15 mars 1896, p. 271.

[2] Cette planche, ainsi que les autres dessins (sauf la fig. 1), appartient à un mémoire en cours de publication et destiné à l'Académie des Sciences d'Amsterdam.

[3] A (condenseur du chlorure de méthyle dans le premier cycle) est le condenseur ordinaire des machines frigorifiques à acide sulfureux fabriquées par la « Société genevoise de Construction ». L'eau passe par les tubes et le gaz comprimé se condense dans la chaudière. La caisse, dans laquelle plonge le tube de sortie, est remplie de glace pour que le tube indicateur du niveau puisse fonctionner, sans quoi le liquide y serait en ébullition constante.

[4] B est le *condenseur réfrigérateur* de R. Pictet : il provient de la Société genevoise de construction.



Imp. Erhard.

Disposition schématique des appareils destinés à liquéfier l'oxygène au Laboratoire cryogène de Leyde. (*Echelle : 1/30.*)

A, réservoir contenant le chlorure de méthyle; B, boite creuse dans laquelle le chlorure de methyle liquide entoure le tube à éthylène; C, réfrigérateur dans lequel les vapeurs de chlorure de méthyle entourent un serpentin renfermant le gaz éthylène; P, pompe aspirant et comprimant le chlorure de méthyle; Q, pompe semblable pour l'éthylène; E, arrêteur d'huile; F, F', *f*, appareils filtrants; H, vase à ébullition de l'éthylène liquide; *r*, robinet à pointeau pour régler le courant de l'éthylène; D, réservoir de sûreté pour l'éthylène; S, compresseur Cailletet modifié; T, compresseur auxiliaire; I, bouteille contenant de l'oxygène; K, boite à ébullition de l'oxygène; J, verre à ébullition de l'oxygène; *r'*, robinet à pointeau pour régler le courant de l'oxygène; L, sacs de caoutchouc.

Le cycle parcouru par le chlorure de méthyle est figuré en bleu, le cycle de l'éthylène en rouge, celui de l'oxygène en vert.

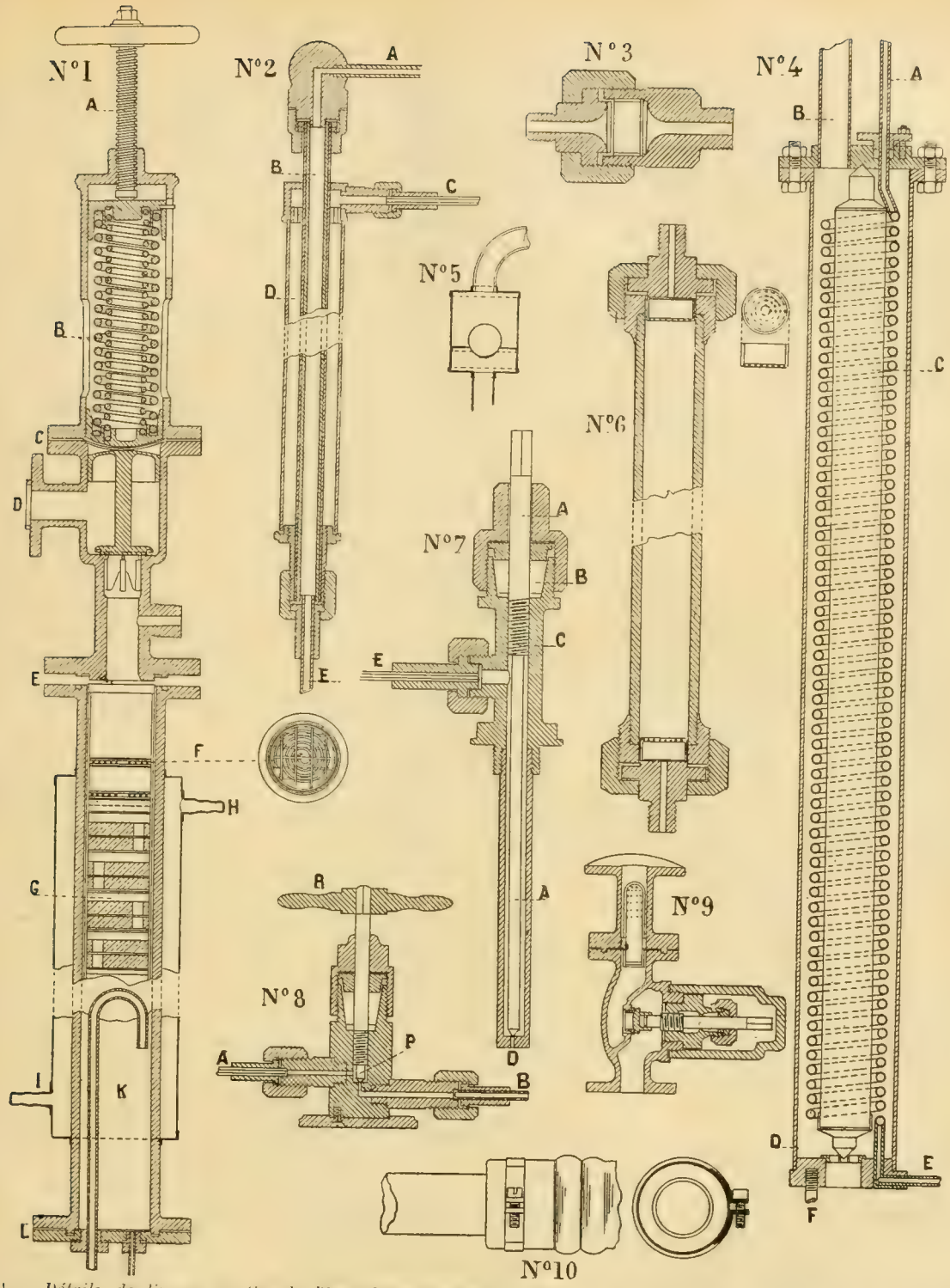


Fig. 1. — *Détails de diverses parties de l'installation cryogène.* — N° 1. *Arrêteur d'huile.* Il est formé de deux parties raccordées en E ; ABCD soupape de sûreté réglée à 10 atmosphères; A, vis appuyant sur le ressort à boudins B qui commande la soupape de sortie; D, sortie du gaz. La partie inférieure est l'arrêteur d'huile proprement dit. L'éthylène arrive par le tube vertical K recourbé en crosse ; l'huile est retenue par les parois de velours des chicanes G ; F, boîte à ouate fermée aux deux extrémités par un treillage. Si besoin est, circulation d'eau froide qui arrive en I et sort en H. — N° 2. *Tube indicateur du niveau dans le condenseur à chlorure de méthyle.* — N° 3. *Filtre pour le chlorure liquide avant d'entrer dans le robinet régulateur du réfrigérateur.* On filtre par la *laine de verre.* — N° 4. *Régénérateur du premier cycle.* A, tube d'arrivée de l'éthylène gazeux; B, tube de sortie des vapeurs réchauffées du chlorure de méthyle; C, serpentin en cuivre mince où se refroidissent les vapeurs d'éthylène; D, paroi; E, tube qui mène l'éthylène refroidi au réfrigérateur (B de la planche hors texte). — N° 5. *Soupape de sûreté pour le flacon à oxygène liquide.* Par cette soupape le gaz peut s'en aller dans les sacs de caoutchouc L de la planche hors texte. — N° 6. *Tube purificateur à chlorure de calcium, chaux sodée ou acide phosphorique.* On empêche des matières d'entrer dans les tubes, sous la forte pression du gaz, au moyen de deux boites filtrantes dont le fond est percé de trous et qui contiennent un paquet de fils métalliques, d'amiante ou de laine de verre. — N° 7. *Robinet de réglage pour l'introduction du chlorure de méthyle dans le réfrigérateur du 1er cycle.* A, corps du pointeau ; B, presse-étoupes en liège; C, pas de vis; D, sortie, E, entrée du chlorure de méthyle. La poignée isolante du robinet n'est pas figurée. — N° 8. *Robinet à deux voies à haute pression.* A, entrée; B, sortie du liquide ou du gaz; P, extrémité du pointeau; R, poignée isolante On peut renouveler le presse-étoupes sans ouvrir le robinet. — N° 9. *Robinet de sortie avec filtre pour le chlorure de méthyle venant du condenseur du 1er cycle.* A droite de la figure est un chapeau de sûreté. — N° 10. *Modèle de raccord de tube de caoutchouc sur tube de métal.*

pompe P[1] où elles sont, de nouveau, comprimées et renvoyées dans A.

Le seul inconvénient sérieux du chlorure de méthyle est que ses vapeurs forment avec l'air des mélanges détonants. Comme l'éthylène est plus dangereux encore et qu'on peut annuler à peu près toute chance d'explosion pour ce dernier gaz, *à fortiori* la difficulté est résolue du même coup pour le chlorure de méthyle.

Dans le premier cycle, on peut remplacer, si l'on veut, à l'exemple de R. Pictet, le chlorure de méthyle par l'acide sulfureux; mais ce gaz vénéneux est d'un emploi par trop désagréable, les moindres fuites rendant irrespirable l'air du laboratoire. On peut encore, comme M. K. Onnes l'a essayé, remplacer le bain de chlorure de méthyle par un bain d'*acide carbonique solide*. Une nouvelle difficulté survient alors, provenant de ce que l'acide carbonique *commercial*, qui sert, par vaporisation brusque, à préparer la neige carbonique, contient toujours de l'eau. Celle-ci, refroidie par la détente du gaz, passe à l'état de glace et obstrue tous les robinets. Il faut absolument transvaser l'acide commercial en le faisant passer par distillation sur de la chaux vive, après quoi on peut obtenir à volonté et sans difficulté des quantités quelconques de neige carbonique. Le seul inconvénient de cette manière de faire est le prix de revient qui est trop élevé. Il est donc préférable d'employer le chlorure de méthyle, qui permet d'opérer à toute température comprise entre — 20 et — 70°.

III. — Cycle éthylène.

M. L. Cailletet a montré que l'emploi de l'éthylène, pour la production des basses températures, s'impose en raison de la facilité avec laquelle il fournit, par son ébullition sous pression réduite, des températures pouvant descendre jusqu'à — 140° C.

L'éthylène n'existant pas dans le commerce, il faut de toute nécessité le préparer en grand dans le laboratoire, le purifier, le dessécher et enfin le liquéfier. On le prépare en faisant passer des vapeurs d'alcool éthylique à travers de l'acide sulfurique concentré. L'alcool, en ébullition dans un premier ballon, envoie ses vapeurs dans un mélange d'alcool et d'acide sulfurique contenu dans un second ballon dont on règle la température et la pression. Le gaz refroidi d'abord par une circulation d'eau l'est ensuite par un bain de glace, ou de glace et de sel, où se condense la plus grande partie de l'éther produit, de l'eau et de l'alcool entraînés. Puis il passe dans une première batterie de flacons à soude caustique qui arrêtent l'acide sulfureux et enfin dans une batterie de flacons à acide sulfurique qui arrêtent l'eau et l'éther. Les appareils sont disposés de façon qu'il distille régulièrement plus d'un mètre cube et demi d'un gaz contenant au moins 99 °/₀ d'éthylène. La distillation s'effectue dans trois appareils en verre disposés parallèlement, possédant leur purificateur et leur appareil desséchant et pourvus de systèmes automatiques de sûreté et de régulation. Ces appareils sont constamment prêts à fonctionner.

L'éthylène, sous l'action de la pompe Q (formée comme la pompe P, mais en plus petit, de deux pompes conjuguées fondées sur le même bâti), se rend d'abord dans un *arrêteur d'huile* E (Pl. I et fig. 1, n° 1), où il se débarrasse d'une légère vapeur d'huile à lubrifier qu'il transporte le long des pompes. Cet arrêteur d'huile est très résistant et peut supporter la pression de vapeur saturée de l'éthylène à la température du laboratoire. Le gaz comprimé, après avoir traversé toute une série de chicanes G (fig. 1, n° 1), passe ensuite dans un appareil purificateur F et de là dans un serpentin de cuivre C (Pl. I et fig. 1, n° 4), où il est refroidi par les vapeurs de chlorure de méthyle, puis dans un tube de cuivre B (condenseur réfrigérateur) entièrement plongé dans le chlorure de méthyle bouillant sous pression réduite, où l'éthylène rendu liquide se refroidit considérablement. Ce liquide traverse alors le robinet *f*, un appareil filtrant, un autre robinet, et vient couler dans le *vase à ébullition* H (Pl. I et fig. 2). Un long robinet à pointeau *r* (fig. 1, n° 7), qu'on peut manœuvrer de l'extérieur sans amener de chaleur, permet de régler avec précision le courant de l'éthylène liquide.

Le vase à ébullition H est l'appareil dans lequel la température très basse, produite par l'ébullition de l'éthylène dans le vide, permet de liquéfier l'oxygène sous faible pression; il est entièrement en cuivre. Il se compose, à la base, d'une chambre

[1] Ce que j'ai appelé *la* pompe P, ce sont *deux* pompes conjuguées du système Colladon, avec circulation d'eau autour du cylindre et dans la tige du piston, construites par la Société genevoise. Elles ne se distinguent des pompes accouplées du même système, dont R. Pictet s'est servi dans ses recherches, qu'en ce qu'elles sont accouplées *sur le même bâti*, de façon à figurer une pompe unique horizontale.

Dans *la* pompe P, le presse-étoupes est plus allongé que ne le fait d'ordinaire la Société genevoise, et il a été travaillé avec un soin tout particulier, l'étanchéité parfaite étant ici absolument nécessaire. Le Pr K. Onnes emploie comme matière du presse-étoupes une composition spéciale de caoutchouc chargé d'oxyde de zinc; on en forme des anneaux ou plutôt des spires qui sont travaillées au tour. Le graissage se fait par l'huile d'os, au moyen d'un anneau évidé communiquant avec le réservoir d'huile et qui partage le presse-étoupes en deux compartiments. — Le nombre de tours par minute est 100. — La pression maxima à laquelle on peut travailler à la compression est 15 atmosphères; d'ordinaire on ne dépasse pas 12 atmosphères. La soupape de sûreté est réglée entre 15 et 20 atmosphères. — A l'aspiration on peut faire un vide de 8 millimètres de mercure.

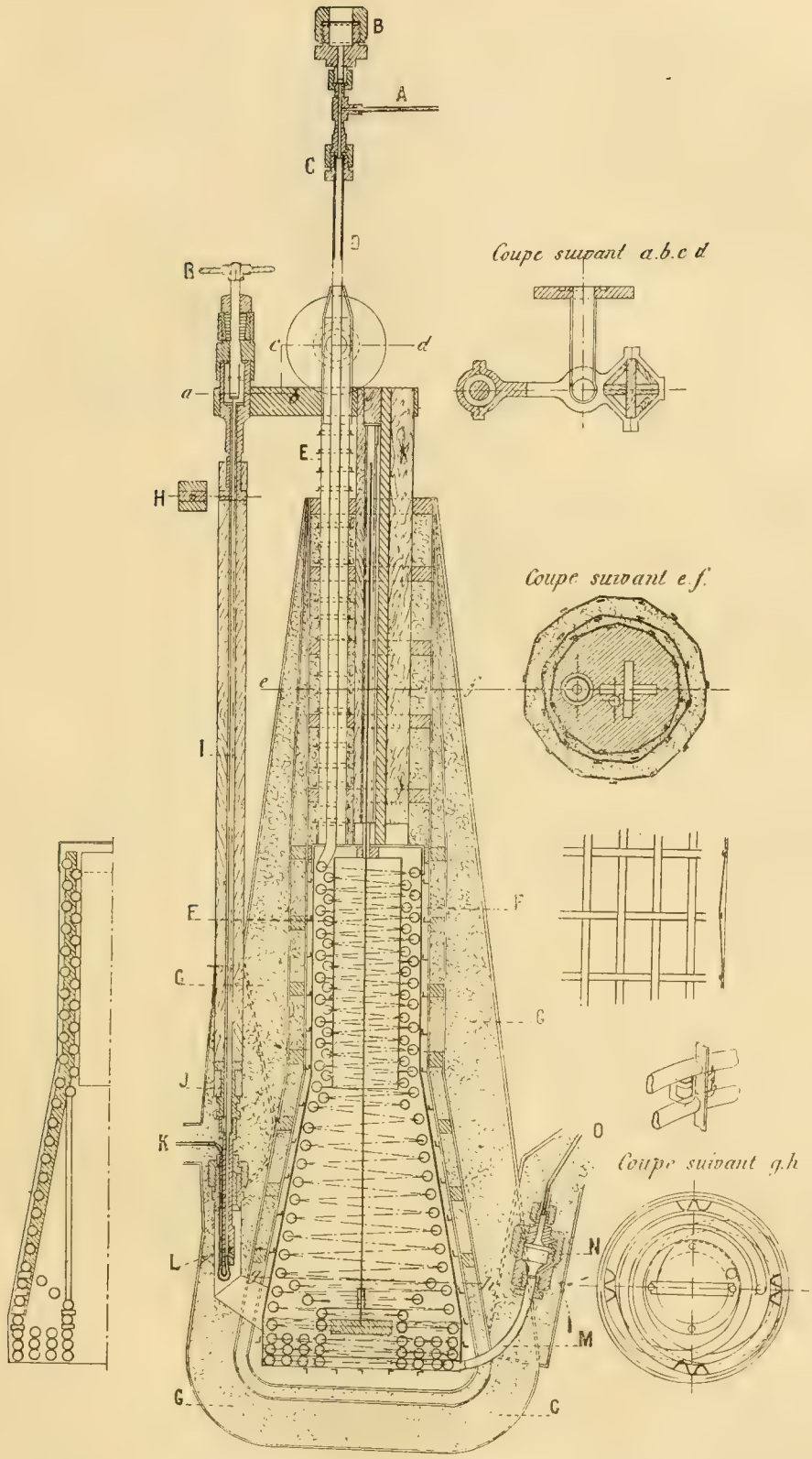


Fig. 3. — *Boîte à ébullition de l'éthylène.* — A, tube d'arrivée de l'oxygène; B, chapeau obturateur; C, raccord reliant le vase à ébullition au tube d'arrivée A; D, tube conduisant l'oxygène au serpentin F; E, tube de laiton mince renforcé par des anneaux dans lequel les vapeurs d'éthylène commencent à refroidir l'oxygène; G, revêtement isolant; H montre la section de la tige du pointeau régulateur de l'arrivée de l'éthylène, dont la poignée isolante est en R et l'extrémité en L; J, raccord reliant le tube I dans lequel se meut la tige du robinet R avec le tube d'arrivée K de l'éthylène liquide; M, tube de sortie de l'oxygène refroidi; N, boîte filtrante; O, tube de sortie de l'oxygène liquéfié.

cylindrique de 22 centimètres de diamètre et de 5 centimètres de hauteur, remplie d'éthylène liquide bouillant. Au-dessus, pour amortir le ressaut du gaz, est une chambre conique, effilée, de 25 centimètres de haut, surmontée d'une chambre cylindrique de même hauteur et d'environ $11^{cm},5$ de diamètre. Les vapeurs d'éthylène s'échappent par un tube cylindrique E (fig. 2) de 3 centimètres de diamètre et de 60 centimètres de long environ, dont l'axe est occupé par le tube de cuivre D qui amène l'oxygène en sens inverse. Enfin, les vapeurs d'éthylène, sous l'aspiration de la pompe Q (Pl. I), retournent à celle-ci où elles sont de nouveau comprimées avant de retourner dans la circulation.

L'oxygène traverse le vase à ébullition dans un serpentin de cuivre F (fig. 2) qui fait suite au tube d'arrivée D. Ce serpentin utilise : dans la chambre cylindrique supérieure, le pouvoir refroidissant des vapeurs d'éthylène (surface de contact $= 0^{m^2}20$); dans la chambre conique, le pouvoir refroidissant des gouttelettes (surface de contact $= 0^{m^2}15$); dans la chambre inférieure, le froid du liquide en ébullition (surface de contact $= 0^{m^2}15$). La surface développée par le serpentin est calculée de façon à utiliser aussi complètement que possible la puissance de réfrigération de l'éthylène. S'il en est ainsi, les vapeurs d'éthylène doivent sortir de la boîte à ébullition sensiblement à la température ordinaire. On obtient ce résultat remarquable avec une circulation qui, en deux heures, fait passer dans la boîte à ébullition un peu plus d'un litre d'éthylène liquide, qu'on fait bouillir sous une pression de deux ou trois centimètres de mercure.

Il faut avoir grand soin d'éviter la condensation de la vapeur d'eau sur le vase à ébullition et, en général, tout apport de chaleur extérieure par convection, conductibilité ou rayonnement. M. K. Onnes y arrive en enveloppant le vase d'anneaux de feutre alternant avec des intervalles remplis de laine G, le tout recouvert d'une couche mince de papier, de coton et de vernis soutenue par un treillage tressé en bambou. La boîte à ébullition est portée par un pied en bois.

Tout danger d'explosion, provenant de l'emprisonnement à un certain moment d'une grande masse de gaz dans un petit espace, est évité par ce fait que l'arrêteur d'huile E, le serpentin à condensation C, la pompe Q, le vase à ébullition H peuvent, d'eux-mêmes, se décharger à travers des soupapes de sûreté dans un grand réservoir D aussitôt que la pression dépasse une valeur donnée. Ce réservoir D (Pl. I), dit *réservoir de sûreté*, a une capacité de 600 litres, et tout l'éthylène en circulation peut y distiller sans excéder la pression que ses parois peuvent supporter. La pureté du gaz peut être contrôlée, à chaque instant, dans toutes les parties du cycle éthylène, par des manomètres qu'il est utile de consulter constamment. Cette observation s'applique, d'ailleurs, aux deux autres cycles.

IV. — Cycle oxygène.

L'oxygène, comprimé dans un compresseur Cailletet modifié S ou provenant d'une bouteille I (Pl. I), passe d'abord dans trois appareils purificateurs F' et de là dans le vase à ébullition H de l'éthylène où il arrive à la température ordinaire. Il est refroidi par la vapeur, puis par les gouttelettes et prend enfin la température de l'éthylène bouillant dans le vide. De là, l'oxygène traverse une soupape qui empêche son retour en arrière et, par un tube très bien protégé contre la température extérieure, *coule* dans la *boîte à ébullition* K et enfin dans le *verre à ébullition* J (fig. 3). Le jet d'oxygène liquide, filtré, est dirigé contre la paroi intérieure d'un tube de verre presque obturé à sa partie supérieure par les spirales du tube qui amène l'oxygène ; au bas, ce tube se termine par un bec de cuivre très mince par lequel l'oxygène coule. La vapeur d'oxygène, s'échappant entre le jet et le tube extérieur, *circule autour de l'appareil en formant chemise de vapeur*.

Dans le verre J, d'un diamètre de 4 centimètres, l'oxygène bout sous la pression normale ou réduite (produite par la pompe T [1], qui peut jouer si on le veut le rôle de *compresseur auxiliaire*) et sa température s'abaisse au voisinage de — 200° C [2]. A sa partie supérieure, le verre J est renflé latéralement pour recueillir les gouttelettes projetées par l'ébullition. Il est fermé par un double couvercle de cuivre dans lequel passent deux tubes de verre; dans l'un, qui est la continuation du verre à ébullition, on introduit les corps à refroidir : c'est le *puits frigorifique* O (fig. 3); dans l'autre tube est une soupape d'aspiration.

Le verre à ébullition est supporté par un petit vase de verre mince près du fond duquel l'oxygène évaporé s'échappe. Le verre à ébullition est entouré d'un boîte de cuivre mince ou *boîte à ébullition* bien protégée contre la chaleur extérieure; l'oxygène évaporé est entraîné dans le haut de cette boîte et passe de là dans la pompe T qui fait

[1] La pompe T, verticale comme la pompe S, est construite par la Société genevoise. La plus haute pression à laquelle on règle la soupape de sûreté est de 8 atmosphères. Les dimensions du piston sont les suivantes :

Diamètre..... 49 millimètres.
Course..... 120 —

[2] La température de l'oxygène bouillant sous la pression atmosphérique, mesurée avec un thermomètre à hydrogène, a donné — 182°,4 sous la pression de 768 millimètres de mercure. La température la plus basse mesurée ainsi a été — 184 degrés.

Cependant, en faisant le vide, M. K. Onnes est descendu à 8 millimètres de tension, ce qui, pour l'oxygène liquide, correspond à — 200 degrés centigrades environ.

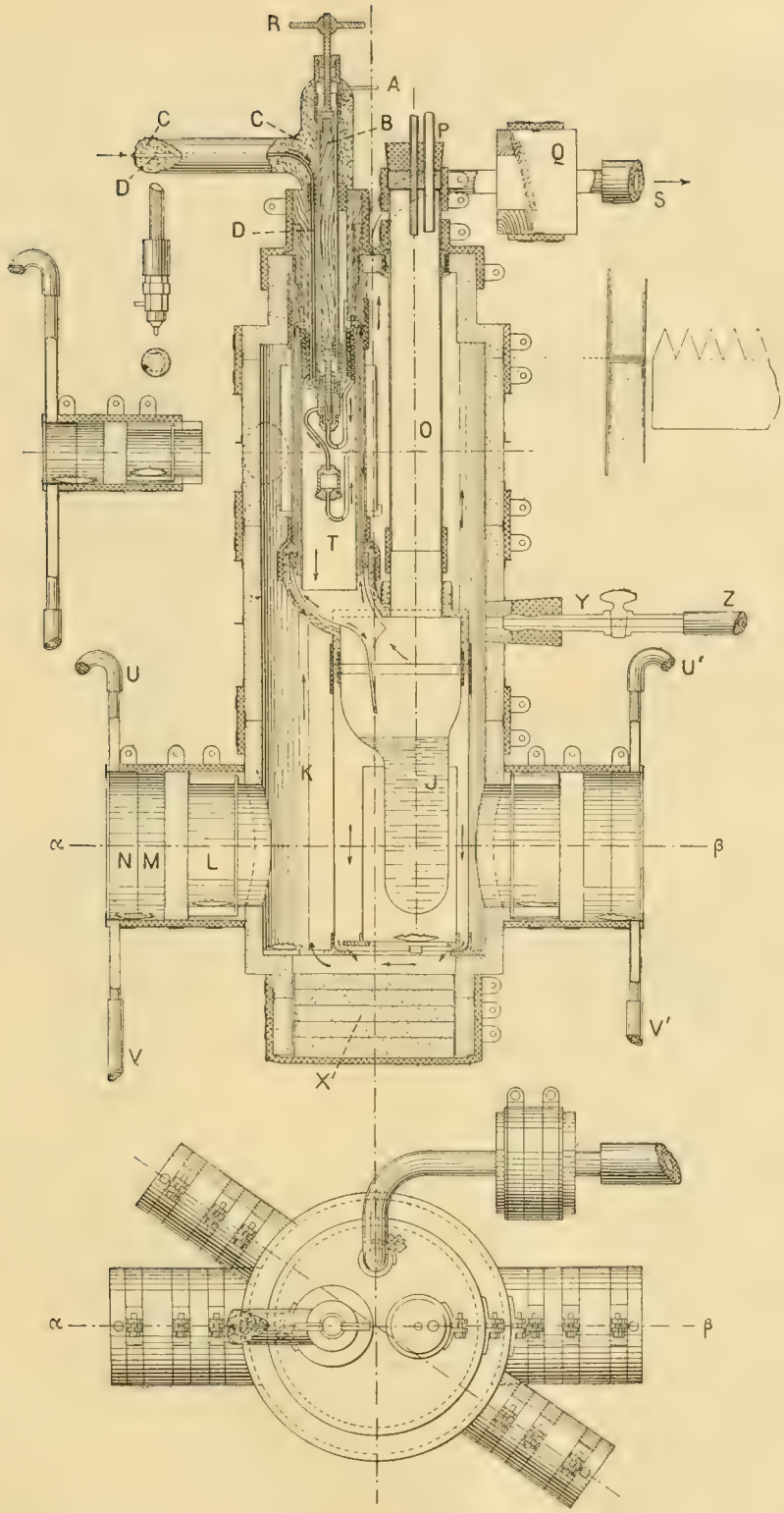


Fig. 3. — *Boîte à ébullition de l'oxygène.* — A, support latéral servant à guider un tube ; B, corps du pointeau qui commande l'arrivée de l'oxygène liquide et dont la poignée isolante est en R ; C, revêtement isolant (ouate) ; D, tube d'arrivée de l'oxygène liquide ; J, bain d'oxygène liquide ; K, espace annulaire existant entre le vase à ébullition proprement dit T J O et la boîte à ébullition ; L, M, compartiments cylindriques fermés par des glaces de verre et dont l'air est desséché par de l'acide phosphorique placé dans des verres de montre ; N, anneau métallique fermant en avant par une glace le compartiment M dans lequel on peut faire circuler un courant d'air sec et chaud par les ajutages U et V ; U', V', même signification que U et V à l'autre extrémité des fenêtres ovales ; P, tube traversant le bouchon qui ferme le puits frigorifique O et permettant l'introduction d'appareils divers ; Q, soupape d'échappement des vapeurs d'oxygène sous la pression atmosphérique ; S, tube de sortie de ces vapeurs ; T, tube de verre mince contre lequel coule le jet d'oxygène liquide ; X, plaques de feutre formant le fond de la boîte à ébullition et protégées, comme la partie supérieure, par un chapeau de caoutchouc maintenu par des brides annulaires ; Y, robinet de verre à deux voies continué par un caoutchouc à vide Z permettant de faire le vide dans la boîte à ébullition ; α β, axe des fenêtres ovales.

le vide, puis dans la pompe S qui le comprime de nouveau, etc. (à moins qu'il ne soit renvoyé dans les sacs de caoutchouc L [Pl. I]). Dans ces conditions, la pompe T fait 100 tours par minute et la pompe S, 25 seulement.

La boîte à ébullition possède quatre fenêtres opposées deux à deux. La paire supérieure, ronde, sert pour observer le jet d'oxygène liquide et le régler au moyen du robinet *r'* (Pl. I) ou R (fig. 3), qui se manœuvre de l'extérieur au moyen d'une poignée isolante. La paire inférieure, ovale et plus grande N (fig. 3), permet de suivre les expériences dans le bain d'oxygène liquide; on constate ainsi que, lorsque l'oxygène est suffisamment refroidi, il s'évapore par sa surface sans présenter l'ébullition tumultueuse mentionnée par Olszewski et Dewar. Les fenêtres consistent en compartiments successifs à travers le plus extérieur desquels on peut, s'il est nécessaire, faire passer de l'air chaud desséché par de l'acide phosphorique pour éviter le dépôt de givre ou de rosée.

V. — Compresseurs.

Les paragraphes précédents font connaître le triple cycle employé par M. K. Onnes. Mais l'emploi des gaz liquéfiés exige, en outre, que l'on ait à sa disposition une pompe servant à la liquéfaction en grand des gaz purs.

La pompe que M. L. Cailletet a décrite et fait construire dès 1882 (fig. 4), caractérisée par un piston plongeur A, *agissant de bas en haut*, et dont l'extrémité est recouverte de mercure pour supprimer tout espace nuisible, est une très belle solution de la question, en ce sens qu'elle permet, sans grande dépense de force, de liquéfier rapidement de notables quantités de gaz. M. K. Onnes a perfectionné ce compresseur de façon qu'il ne perdît rigoureusement pas de gaz, qu'il conservât celui-ci dans sa pureté première et qu'il pût rester longtemps inutilisé sans cependant s'abîmer.

Le cylindre dans lequel le gaz est comprimé (fig. 5) communique, par un tube en U rempli de mercure, avec un cylindre de compression droit I où se meut un piston plongeur J *agissant de haut en bas*. Les étoupes du barillet, qui dans le compresseur primitif étaient en contact avec le mercure et laissaient entrer de l'air dans le gaz à comprimer, sont cette fois au-dessus du mercure dont elles sont séparées par de la glycérine servant en même temps à lubrifier. Le robinet oscillant est remplacé par une soupape d'aspiration laissant entrer librement le gaz dans le barillet de la pompe, même à une très légère différence de pression, bien qu'elle puisse ultérieurement supporter sans fuite une pression de 100 atmosphères. On maintient un excès de mercure dans le tube à pression au moyen d'un tube capillaire, à robinet régulateur E, qui peut laisser écouler le mercure sous pression plus élevée, qui forme le fond du vase où le gaz est comprimé. Ce compresseur, où le gaz n'est jamais en contact qu'avec le mercure ou des solides, est parfait pour conserver la pureté des gaz et pour liquéfier des gaz coûteux ou rares. Comparé au compresseur Cailletet et aux pompes industrielles, il leur est inférieur sous le rapport

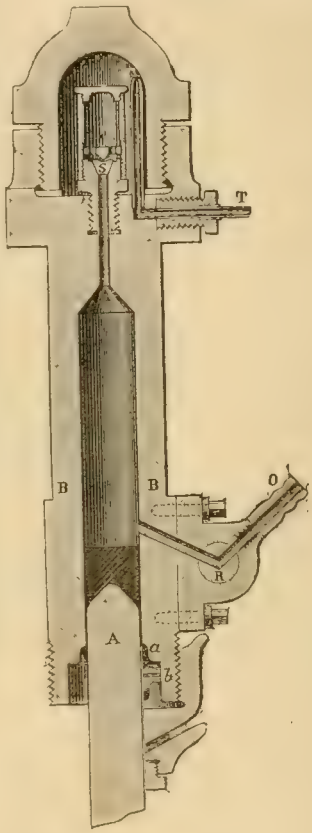


Fig. 4. — *Pompe Cailletet primitive.* — A, piston plongeur en acier à extrémité recouverte de mercure; B, parois du barillet; *a*, *b*, cuirs emboutis; R, robinet d'acier oscillant; O, arrivée du gaz; S, soupape tronconique en ébonite; TT, tube de sortie du gaz auquel est soudé un tube de cuivre flexible relié à la bouteille plongée dans la glace où s'accumule le gaz liquéfié.

de la quantité de gaz liquéfiée dans un temps donné. On augmente, toutefois, sa capacité de travail en lui fournissant, au moyen du *compresseur auxiliaire* T, les gaz sous pression plus élevée.

VI. — Durée des expériences.

L'exposé du fonctionnement des trois cycles serait incomplet si l'on n'avait une idée du temps qu'exige l'abaissement de la température. Cette lacune est comblée par l'extrait suivant du procès-verbal de l'expérience faite le 22 mai 1894 :

9 h. 15 minutes. — On commence à mettre en œuvre le premier cycle;

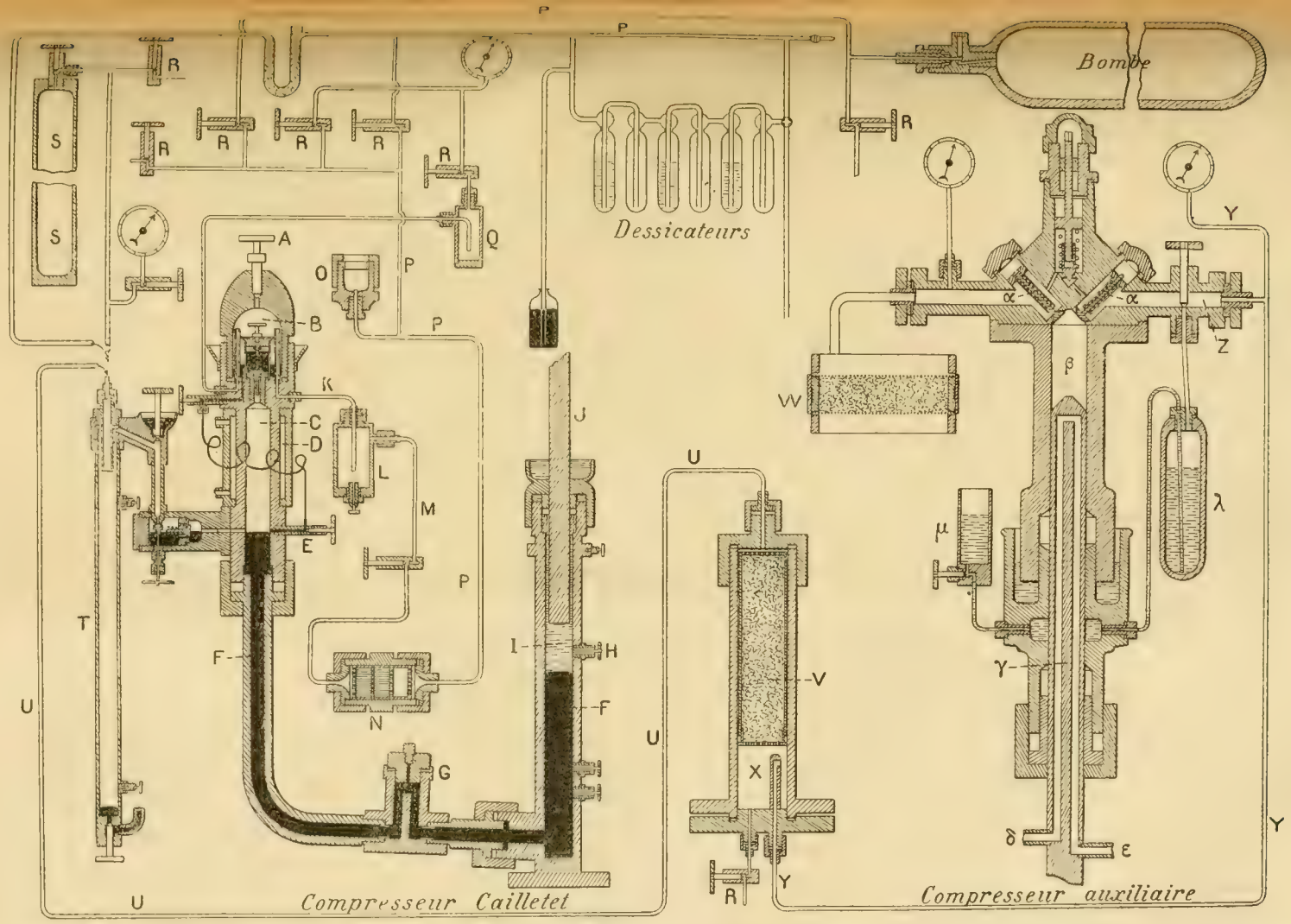


Fig. 5. — *Compresseurs.* — *Compresseur auxiliaire.* W, boite à ouate, par où arrive l'oxygène, qui retient la poussière provenant du tube de caoutchouc qui amène le gaz ; α', clapet d'aspiration ; α, clapet de compression ; β barillet où l'oxygène est comprimé par le piston creux γ (où circule un courant d'eau qui arrive par δ et sort par ε) ; Y, tube par où l'oxygène comprimé venant de Z va soit au manomètre, soit dans la boite desséchante X ; V, acide phosphorique anhydre ; R, robinet de sortie ; U, tube par lequel l'oxygène comprimé et desséché passe dans le compresseur Cailletet ; λ, bouteille à glycérine comprimée par l'oxygène dont le liquide sert à graisser le presse-étoupes du piston creux γ ; μ, vase où se décante l'excès de glycérine du presse-étoupes. Le clapet de compression α communique avec une soupape de sûreté placée en haut. Si la compression dépasse la limite de la soupape, celle-ci cède et le gaz repasse dans le tube d'aspiration, ce qui fait qu'on peut laisser marcher le compresseur auxiliaire même quand on arrête la pompe Cailletet. — *Pompe Cailletet modifiée.* T, réservoir où s'accumule l'oxygène comprimé venant du compresseur auxiliaire, avant de passer dans le barillet C ; D, double paroi à circulation d'eau pour refroidir le barillet ; E, robinet faisant communiquer par l'intermédiaire d'un tube capillaire le mercure du dôme B avec celui du barillet ; A robinet de décharge du dôme ; K, tube de sortie du gaz comprimé ; L, Q, boites où se dépose la plus grande partie du mercure entraîné par le gaz comprimé ; M, tube conduisant le gaz dans la boite filtrante N ; P, tube de sortie du gaz comprimé ; O, boite de sûreté fermée par une plaque mince de cuivre faisant explosion lorsque la pression est trop forte ; RRRRR robinets distributeurs menant le gaz, soit à un manomètre, qui peut aussi indiquer la pression existant dans le dôme B, soit au dehors pour faire des essais ou le faire entrer dans d'autres appareils.

10 heures. — On commence à condenser l'éthylène dans le deuxième cycle;

10 h. 37 minutes. — Il y a de l'éthylène liquide accumulé dans le flacon à ébullition;

11 h. 50 minutes. — La quantité maxima d'éthylène liquide dans le flacon H est obtenue; la tension des vapeurs est 150 millimètres, on commence à abaisser la température;

12 h. 9 minutes. — La tension de l'éthylène bouillant est de 70 millimètres;

12 h. 15 minutes. — On introduit l'oxygène comprimé dans la spirale du troisième cycle;

12 h. 44 minutes. — On obtient un jet liquide dans le verre d'oxygène;

1 h. 32 minutes. — On obtient le bain d'oxygène liquide à la pression atmosphérique;

2 h. 10 minutes. — Le bain est dans la condition normale pour travailler;

4 h. 45 minutes. — On finit.

D'ordinaire, le temps nécessaire pour atteindre la température de l'oxygène bouillant sous la pression atmosphérique est de 4 à 5 heures pour le bain normal. Arrivé à ce point, il ne faut que quelques minutes pour parvenir à l'oxygène bouillant dans le vide.

VII. — Economie du procédé.

Ce qui caractérise et rend tout à fait remarquable le laboratoire cryogène de Leyde, c'est l'économie qui a présidé à son installation. Il ne faut pas perdre de vue que M. K. Onnes n'a guère eu à sa disposition que le budget annuel de son laboratoire, à part quelques dépenses extraordinaires soldées par l'État néerlandais. Aussi s'est-il appliqué à avoir des circulations parfaitement closes, de façon à conserver purs ses gaz et à annuler sensiblement la déperdition de gaz aussi coûteux que l'éthylène[1]. Dans les appareils à ébullition C, B, H, le pouvoir refroidissant du chlorure de méthyle et de l'éthylène est entièrement utilisé; aussi, tandis que les recherches de Dewar[1] exigeaient la préparation d'un *quintal* d'éthylène, au laboratoire de Leyde la quantité employée n'excède pas ordinairement *un kilo et demi*[2], la quantité d'oxygène liquide produite étant de un quart à un demi-litre, ce qui est largement suffisant pour la plupart des expériences.

Si l'on veut arriver *rapidement* aux basses températures, l'installation de M. K. Onnes exige une puissance de 6 à 8 chevaux-vapeur; dans un travail régulier, les compresseurs n'exigent pas autant. Si l'on rapproche ce fait de la conclusion de M. R. Pictet que, « pour opérer normalement et travailler expérimentalement avec de l'air atmosphérique liquide, il faut disposer d'une force d'au moins 30 à 40 chevaux-vapeur actionnant 6 à 7 compresseurs[3] », on verra avec quelle perfection est étudié le laboratoire cryogène de Leyde et quel honneur il fait à son créateur!

Né du désir de poursuivre à de très basses températures l'étude des isothermes de l'hydrogène, que Wroblewski n'a pas eu le temps de mener à bonne fin, le Laboratoire cryogène de Leyde a permis au Dr de Vries de mesurer l'ascension capillaire de l'éther à la température de l'éthylène bouillant; le compresseur Cailletet modifié (resté inédit jusqu'ici et dont la *Revue générale des Sciences* a la première description et le premier dessin) a servi successivement aux Drs Stoel, Siertsema et Kuenen, soit pour la préparation de leurs thèses, soit pour d'autres travaux de recherches.

L'idéal, dans l'installation de Leyde, serait d'avoir pour dernier échelon de la cascade l'hydrogène liquide coulant dans un vase à ébullition comme le font l'oxygène et l'éthylène! La résolution de ce problème exige de nouvelles études et des appareils plus puissants que ceux qui viennent d'être décrits. Nul doute qu'avec de la persévérance M. le Pr Kamerlingh Onnes ne triomphe des nouvelles difficultés comme il a eu raison des anciennes, en quoi il aura vraiment bien mérité de la physique et des physiciens.

E. Mathias,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

[1] Le prix de revient d'une expérience est très minime. On ne dépense en réalité que la force motrice de quelques chevaux-vapeur, quelques mètres cubes d'eau, un peu d'huile pour le graissage et un peu d'acide phosphorique pour dessécher les appareils. Il faut y ajouter les pertes de gaz par les fuites. Or c'est l'éthylène le plus coûteux : un mètre cube vaut 80 francs; si on perd 200 litres de gaz en travaillant toute une journée, cela ne fait que 16 francs; le chlorure de méthyle et l'oxygène coûtent beaucoup moins cher. Voici d'ailleurs la mise de fonds pour les trois cycles :

Chlorure de méthyle.	8 kilogr.	50 francs
Ethylène.....	1,5 kilogr.	150 —
Oxygène.....	2 kilogr.	40 —
Total.....		240 francs

[1] *The Electrician*, 17 juin 1892, p. 169.

[2] Toutefois, les appareils peuvent sans effort produire, au besoin, 6 kilos d'éthylène.

[3] *Comptes rendus de l'Ac. des Sciences*, t. CXIV, p. 1215.

537,53

LA TECHNIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE DE L'INVISIBLE

I. — MODE OPÉRATOIRE SANS CHAMP MAGNÉTIQUE

A quelles causes tiennent l'universelle admiration et la curiosité impatiente qu'a excitées la découverte du Pr Röntgen? L'importance scientifique de ces belles recherches ne saurait être discutée, mais elle ne se manifestera complètement que le jour où nous serons fixés sur la nature du nouvel agent et sur les conditions de sa production; d'ailleurs, ce n'est pas à la portée d'une découverte, à la nouveauté ou à l'étendue des points de vue qu'elle nous ouvre dans le domaine de la science pure que se mesure l'enthousiasme qu'elle inspire, ni dans le monde savant, à part un petit nombre d'initiés, ni surtout dans le grand public. Si le nom de Röntgen, depuis longtemps fort honorablement connu des physiciens, est devenu, en un jour, populaire — on peut employer ce mot sans exagération — la raison en est avant tout que les rayons X ne sont pas exclusivement une curiosité de laboratoire, que chacun peut les produire et qu'il suffit d'une installation très simple pour obtenir la photographie du squelette d'un membre ou celle d'un objet enfermé dans une boîte à parois épaisses. Ces épreuves resteront un sujet de distraction ou une cause d'étonnement jusqu'à ce que l'accoutumance ait émoussé l'admiration et que ces merveilles soient devenues banales; un jour prochain viendra où personne ne trouvera qu'il soit plus étrange de *voir* un objet, ou tout au moins d'obtenir la reproduction de ses contours, à travers une planche de bois de plusieurs centimètres d'épaisseur, que d'entendre, à Paris, la voix d'un interlocuteur qui parle à Bruxelles; l'ensemble des idées courantes et les opinions vulgaires au sujet de la transparence et de l'opacité auront changé, en même temps qu'une modification correspondante se sera produite dans les mœurs du monde civilisé.

Avant que l'appareil producteur de rayons X soit entré dans la pratique courante et soit devenu un appareil d'investigation commun ou même un jouet d'enfant, il est probable que quelques personnes, en essayant de s'en servir, éprouveront des mécomptes. La simplicité du dispositif n'exclut pas la nécessité de certaines précautions, et c'est simplement faute de les avoir prises que quelques photographes amateurs ont pu connaître les insuccès. Nous nous proposons de rappeler brièvement ici dans quelles conditions il est nécessaire d'opérer.

Rappelons d'abord les chéma de l'expérience :

Une ampoule de Crookes (fig. 1), où le vide partiel a été fait, est reliée par deux fils métalliques, qui y pénètrent, à une bobine de Ruhmkorff; celle-ci est actionnée par un courant électrique continu, fourni, de préférence, par une batterie de piles à *treuil* (fig. 2 et 5), ou encore par un accumulateur. C'est au moyen de ce dispositif fort simple que l'on fait aujourd'hui, d'une façon courante, la photographie de l'invisible.

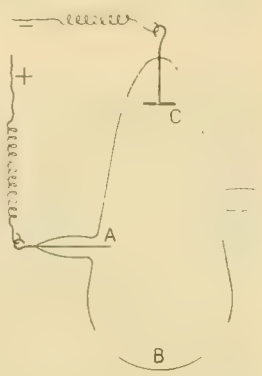


Fig. 1. — *Ampoule de Crookes pour la production des rayons de Röntgen.*

I

La forme la plus fréquente de l'ampoule est celle d'une poire d'une quinzaine de centimètres de longueur (fig. 1 et 2). Le pôle négatif ou *cathode* est constitué par une calotte ou un disque d'aluminium C (fig. 1), perpendiculaire au grand axe du tube. La position du pôle positif ou *anode* A n'exerce aucune influence sensible sur le trajet des rayons dits *cathodiques* (émanés de la cathode), dont le choc sur le verre en B engendre les rayons X.

Il faut que la lame métallique C, fixée dans la partie allongée du tube, fonctionne comme cathode; l'aspect des lueurs phosphorescentes renseigne immédiatement sur ce point. Si c'est le fil A qui sert de pôle négatif, le tube paraît rempli à peu près en entier d'une lueur qui passe, suivant les points, du jaune verdâtre à un bleu gris clair; si l'on tourne le commutateur de la bobine, la lueur se concentre sur la paroi B du tube, et elle a généralement une teinte vert jaunâtre, plus intense que dans le premier cas. C'est des points du verre où se manifeste cette lueur, causée par les rayons cathodiques, que partent les rayons X.

La source des radiations actives est ainsi constituée par une surface notable de verre, qui envoie des rayons dans toutes les directions. Ce fait établi, les règles à suivre pour les utiliser aussi complètement que possible pour la photographie s'indiquent d'elles-mêmes. Si l'on veut reproduire un objet de dimensions moyennes, ne dépassant pas celles de la main par exemple, il y aura avantage à placer cet objet et la plaque aussi près que possible

de la source des rayons; on suspendra alors le tube verticalement, la cathode étant en haut, et on le maintiendra à deux centimètres environ au-dessus du dos de la main [1], posée à plat sur le châssis positif fermé. C'est la disposition que représente la figure 2. La figure 3, qui est la reproduction d'un cliché obtenu par M. Londe, montre avec quelle netteté on peut distinguer les os du carpe et de l'avant-bras. On pourra, sans aucune difficulté, photographier également les os de la jambe (fig. 4). Il y a évidemment intérêt, pour accroître la netteté des images, à réduire l'étendue de la source d'où émanent les rayons. On pourra y parvenir en se servant d'un champ magnétique, produit par des aimants permanents ou des électro-aimants convenablement disposés. M. Meslin a montré comment on pouvait concentrer les rayons cathodiques; on lira plus loin l'article de ce savant sur cette question. Son étude fournit un moyen très utile d'accroître le rendement des tubes de Crookes; il sera nécessaire de se pénétrer des règles qu'il indique, car l'emploi non raisonné d'un aimant risquerait de fournir un résultat exactement opposé à celui que l'on cherche. C'est par l'emploi d'électro-aimants que M. Meslin est arrivé à obtenir, avec cinq secondes de pose, une photographie telle que celle que représente la figure 5 (p. 395).

Fig. 2 — *Dispositif employé pour la photographie d'une main au moyen des rayons de Röntgen.* — A droite et sur le sol, on voit une batterie de six piles au bichromate avec treuil; le courant qu'elle fournit se rend aux pôles d'une bobine de Rhumkorff, en passant par un ampère-mètre, destiné à mesurer l'intensité du flux électrique. De la bobine, le courant se rend par deux fils aux deux électrodes du tube de Crookes, en forme de poire, visible au centre de la figure. La main à photographier est placée au-dessous du tube et repose sur un châssis renfermant une plaque sensible. — Cette figure est la reproduction d'une photographie faite aux bureaux de la *Revue générale des Sciences.*

A quoi reconnaît-on qu'un tube fonctionne bien? La plupart des expérimentateurs ont observé que la production de rayons actifs semble liée à l'existence de la fluorescence vert-jaunâtre déjà indiquée. Il faut remarquer avant tout que, si l'existence de cette fluorescence est une condition nécessaire, elle n'est certainement pas suffisante. Les rayons X prennent naissance sur la surface interne du tube;

[1] On trouvera chez les constructeurs de tubes le support nécessaire. Beaucoup d'ampoules de Crookes, construites simplement dans le but de répéter les expériences sur les rayons cathodiques, portent un petit tube de verre latéral, destiné à s'adapter dans un trou pratiqué dans un support en bois; l'axe de l'ampoule est alors horizontal. Cette disposition serait moins commode pour la photographie de la main.

Fig. 3. — *Squelette d'une main, photographié au travers des chairs.* — Cette photographie a été obtenue par M. Albert Londe au Laboratoire de recherches de la Société l'*Optique*.

ils doivent donc traverser le verre avant d'arriver dans l'atmosphère. Le passage sera plus ou moins facile suivant la nature du verre; les constructeurs savent aujourd'hui choisir la matière la plus transparente, mais il ne faudrait pas s'étonner de rencontrer de beaux tubes de Crookes, donnant une fluorescence très vive, qui ne fourniraient qu'une très petite quantité de rayons X; c'est, en particulier, le cas de tous les tubes de cristal.

Le verre du tube étant convenablement choisi, on devra chercher à obtenir la plus grande intensité de phosphorescence possible; on y parviendra en réglant la décharge au moyen du trembleur, sur lequel on agira constamment. Bien entendu, cette surveillance n'est pas indispensable, et il sera parfaitement loisible à l'opérateur d'abandonner la bobine à elle-même une fois qu'elle marchera bien, lorsqu'il s'agira de prendre la photographie d'une pièce métallique, qui peut sans inconvénient poser quelques minutes.

Pour photographier des objets étendus, il faudra placer le tube plus loin; il sera alors nécessaire de diaphragmer la source, par exemple, au moyen d'une lame de plomb percée d'un trou. La durée de la pose devra naturellement être augmentée, et il faudra la prolonger d'autant plus que l'on diaphragmera plus fortement; cet inconvénient sera compensé par une netteté plus grande de l'épreuve. Pour certains objets, il pourra y avoir avantage à utiliser une source étendue dans un sens, telle que l'est une fente lumineuse; M. Meslin a donné le moyen d'obtenir ce résultat.

La durée totale des tubes, tels qu'on les fabrique actuellement, est de sept ou huit heures environ. On observe souvent qu'ils commencent par s'améliorer à l'usage, puis qu'ils deviennent moins bons, et finalement qu'ils cessent de produire des rayons actifs. Cette détérioration tient à deux causes: d'abord, la paroi de verre qui reçoit les rayons cathodiques éprouve une modification: d'ordinaire elle prend une teinte bleuâtre; la fluorescence s'atténue considérablement et finit par disparaître. On peut remédier à cette altération en déviant par un aimant les rayons cathodiques, de façon qu'ils viennent frapper un autre point de la surface du tube. L'autre inconvénient est plus grave:

Fig. 4. — *Dispositif employé pour la photographie des os de la jambe.* — Ce dispositif est semblable à celui de la figure 2. La personne assise à droite s'occupe de la manipulation des piles. L'ampoule de Crookes employée ici est sphérique. (Reproduction d'une expérience faite aux bureaux de la *Revue générale des Sciences.*)

l'état de l'atmosphère du tube varie à mesure qu'il fonctionne; la résistance au passage augmente, et, finalement, il devient impossible d'obtenir une décharge. On a constaté qu'un tube maintenu pendant quelques heures dans une étuve à 200° reprend ses propriétés initiales; ce fait serait dû probablement au dégagement des gaz qui, comme l'a montré récemment M. Gouy, sont occlus dans le verre pendant la décharge. Si la méthode réussit pour tous les tubes, elle rendra de grands services. Je signalerai aussi d'autres procédés : on obtient de bons effets en renversant pendant quelque temps le sens de la décharge dans un tube dont le rendement commence à baisser. M. Carpentier met en dérivation sur le tube l'excitateur à étincelles, maintenu à une distance explosive faible, de 1 centimètre par exemple. Au bout d'un certain temps, on peut augmenter progressivement cette distance, et le tube reprend son fonctionnement [1].

M. Röntgen n'ayant pas donné de renseignements sur la façon dont il a procédé pour obtenir les tubes qui lui ont fourni les résultats qu'il a décrits, force a été aux physiciens de reprendre l'étude des conditions dans lesquelles on obtient le meilleur rendement. M. Perrin, qui soude ses tubes lui-même, obtient de bons résultats en faisant passer d'une façon continuelle la décharge, pendant tout le temps qu'ils sont en relation avec la trompe à mercure. Les tubes se recouvrent d'un léger dépôt, mais cette circonstance ne détruit pas leurs qualités, et leur durée est beaucoup plus grande que celle des tubes ordinaires. M. Roiti et M. S. P. Thompson viennent de publier des recherches fort intéressantes sur la façon dont varie le rendement en rayons X avec le degré de vide atteint au moment de la fermeture ; ils ont, l'un et l'autre, suivi la marche du phénomène à l'aide d'un écran fluorescent; il sera facile à tous les expérimentateurs de les imiter et d'atteindre le point voulu de raréfaction. D'après M. Roiti, qui a étudié avec un

Fig. 5. — *Squelette d'un poisson, photographié à travers les chairs.* — Cette photographie a été obtenue par M. Meslin au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Montpellier après cinq secondes de pose et en utilisant le procédé de condensation des rayons de Röntgen par un champ magnétique.

[1] On réalisera ce procédé en fixant aux deux pôles de la bobine deux fils rectilignes qu'on pourra déplacer; il est bon d'ailleurs, surtout au début, de maintenir cette distance explosive assez faible, les décharges trop fortes fatiguant rapidement le tube.

Fig. 6. — *Squelette d'un rat, photographié à travers les chairs.* (Photographie de M. Albert Londe.

Fig. 7. — *Squelette d'un pigeon, photographié à travers les chairs et les plumes de l'oiseau.*
(Photographie de M. Albert Londe.)

soin particulier les détails du phénomène, le rendement maximum en rayons X est obtenu quand la deuxième partie du rayonnement cathodique, celle qu'on appelle « espace obscur », atteint les parois du tube [1].

Les rayons X prenant naissance en tous les points où tous les rayons cathodiques (ou tout au moins certains d'entre eux tombent sur un corps solide, il n'est pas nécessaire de prendre pour source une partie de la paroi du tube; on pourra, comme cela a été proposé de divers côtés, placer, *à l'intérieur* de l'ampoule, un corps quelconque qui servira de source. M. W. Kœnig a construit un tube sphérique (fig. 4) avec une cathode également sphérique et concentrique; les rayons cathodiques convergent au centre et tombent sur une lame de platine qui sert de source; on réalise ainsi un foyer (presque ponctuel et très puissant [2]. Diverses autres dispositions plus ou moins analogues ont été indiquées, et les tubes à foyer (*focus tubes*) se trouvent couramment dans le commerce en Angleterre; il est à désirer que les constructeurs français s'efforcent rapidement de les réaliser; ils auront peut-être l'avantage de supprimer l'occlusion des gaz dans le verre, et certainement celui d'éviter la fusion du tube aux points où il est frappé par des rayons cathodiques intenses [1], produits par une forte bobine.

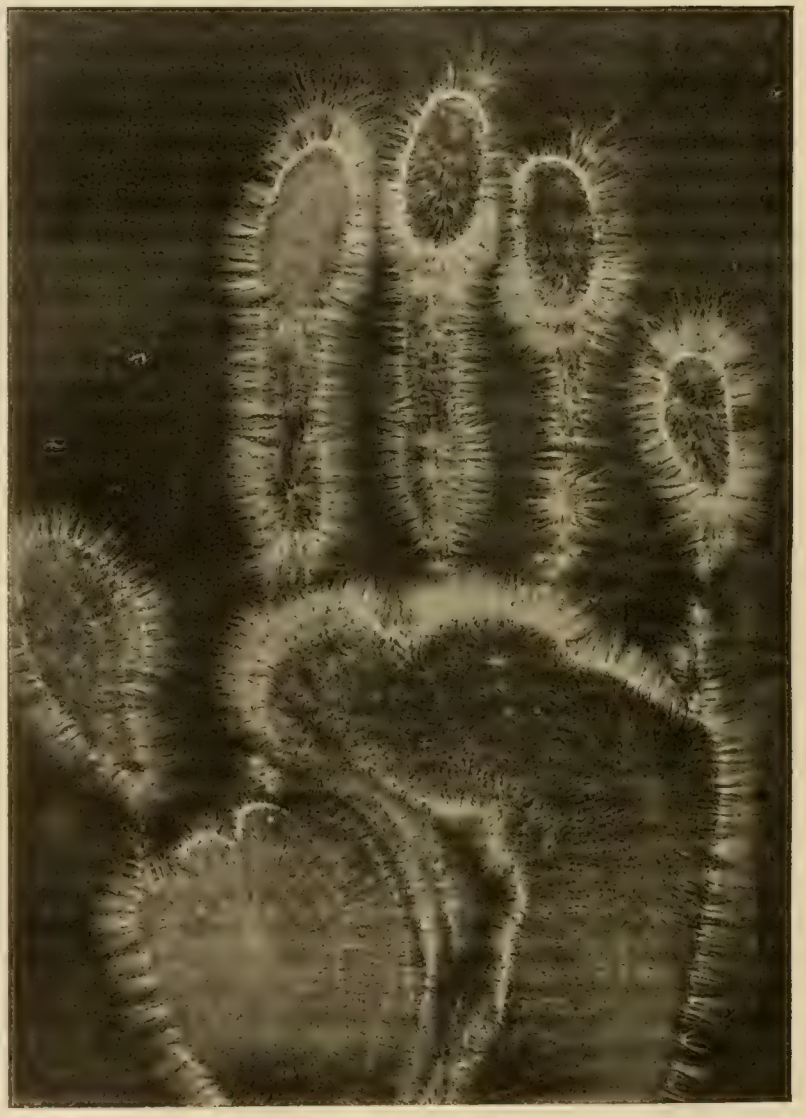


Fig. 8. — *Photographie d'une main obtenue d'après le procédé de M. Jodko-Narkiewicz.*

Les recherches de M. Londe et de MM. Lumière ont montré que les plaques les plus sensibles aux rayons lumineux sont aussi celles qui exigent les poses les moins longues avec les rayons X; on doit actuellement se contenter de cette indication. Peut-être des essais répétés amèneront-ils la découverte d'une émulsion extrêmement sensible qui, avec l'emploi de tubes très actifs, permettrait la photographie instantanée. Quand ce vœu sera réalisé, une des applications les plus intéressantes sera certainement l'étude photochronographique du mouvement; la reproduction directe du squelette permettrait l'étude du cliché sans qu'il soit besoin, comme dans certaines expériences actuelles, de fixer sur le corps des repères dont on déduit la position des membres. La finesse des photographies 6 et 7 qui représentent un rat et un pigeon montrent à quoi on peut espérer arriver.

[1] On sait que M. Goldstein a montré que l'ensemble des rayons cathodiques était constitué par divers rayonnements qui se pénètrent mutuellement et présentent une intensité lumineuse variable, de telle façon que l'un ou l'autre soit visible suivant les points. Dans l'espace sombre on voit en réalité, en se mettant à l'abri de la lumière étrangère, une lueur bleu ciel; d'après M. Roiti, c'est cette radiation qui donnerait naissance aux rayons X.

[2] Il n'y a pas de phosphorescence visible avec le platine.

[1] Quand un tube fonctionne énergiquement, il risque de fondre au bout de quelques secondes; si on emploie une bobine très forte, il faudra interrompre sa marche fréquemment.

II

La découverte des rayons X a, comme l'on sait, rappelé l'attention des physiciens sur les impressions des plaques photographiques obtenues à l'aide de la décharge. Ces impressions peuvent se classer en deux catégories : les unes sont dues purement et simplement à l'action de la lumière des aigrettes ou des lueurs qui s'échappent des divers points d'un corps électrisé, surtout des arêtes vives ; les autres sont peut-être attribuables à une action spécifique de ces mêmes aigrettes ou de la décharge invisible sur la matière sensible des plaques. En tout cas, rien ne nous autorise, quant à présent, à supposer que le mécanisme de la décomposition chimique qui se produit dans ce cas soit le même que pour les rayons X, et surtout qu'il soit déterminé par le même agent. Cette distinction ne diminue en rien la valeur pratique du résultat, et les amateurs qui auront fait l'acquisition d'une bobine de Ruhmkorff pour reproduire les expériences de Röntgen trouveront aussi quelque intérêt à reproduire ces curieuses expériences.

M. Boudet, de Paris, a obtenu le premier la reproduction d'une pièce de monnaie en plaçant celle-ci sur une plaque au gélatino-bromure d'argent, et la mettant en relation avec un des pôles d'une machine de Voss (on pourrait employer tout aussi bien une bobine d'induction), tandis qu'il promenait autour de la pièce une tige métallique, reliée au second pôle, de façon à faire jaillir les étincelles de tous côtés.

Fig. 9. — *Photographie d'un doigt obtenue d'après le procédé de M. Jodko-Narkievicz.* On y remarque surtout la reproduction des plis ou lignes de la peau.

Il n'est pas nécessaire d'opérer sur un corps métallique ; on peut obtenir la reproduction d'un dessin quelconque, tracé à la plume ou imprimé, en le plaçant sur la plaque sensible ; on recouvre le papier d'une feuille d'étain et on fait éclater la décharge sur toute la périphérie ; il est préférable de produire la décharge en aigrettes. L'effet semble uniquement être dû à la lumière ; on l'augmente notablement en plaçant un miroir sous la plaque sensible.

Enfin on peut mettre une feuille d'étain d'un côté de la plaque, en la reliant à l'un des pôles de la bobine et laissant l'objet à reproduire (ou une seconde feuille d'étain sur lequel il est appliqué, quand il s'agit d'un dessin) en communication avec l'autre pôle ; la plaque sensible se trouve ainsi entre les armatures d'un condensateur.

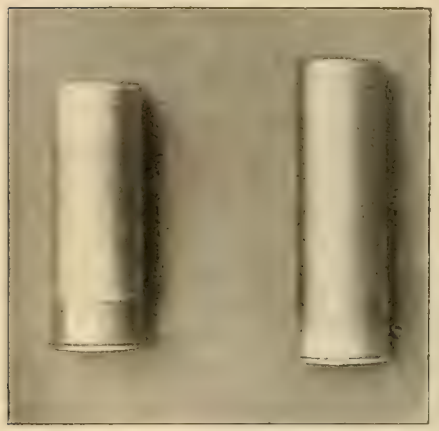
Cette méthode, indiquée par M. Boudet de Paris, ne diffère pas sensiblement de celle que vient de retrouver récemment M. Jodko-Narkievicz et qui lui a fourni les deux photographies que nous reproduisons ici (fig. 8 et 9). L'une des armatures du condensateur est constituée par la main de l'opérateur, le pôle correspondant de la bobine étant simplement mis au sol. L'autre pôle est relié à une tige métallique, maintenue par un bouchon de caoutchouc à l'intérieur d'un tube de verre rempli d'eau. On place le tube sur une table ; on met au-dessus la plaque sensible et on pose la main sur la plaque. De tous les points partent des aigrettes et, quand celles-ci sont suffisamment fines, on peut obtenir, avec une grande fidélité, la reproduction de tous les dessins de l'épiderme (fig. 9).

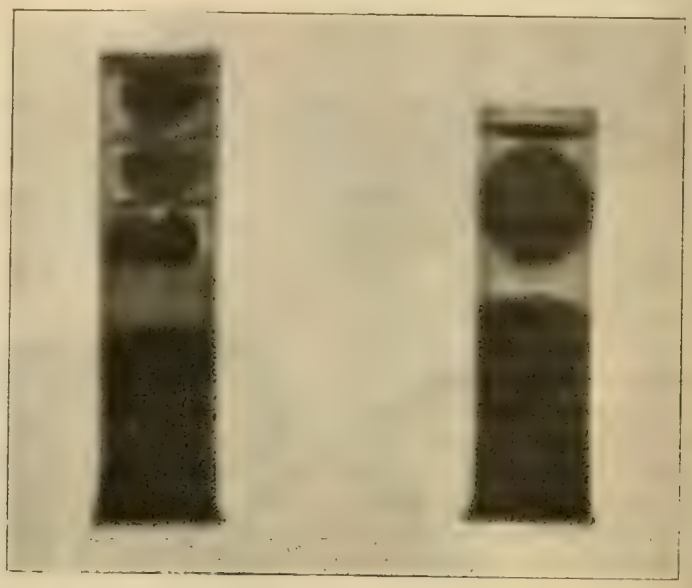
Quelque temps après la découverte de M. Boudet de Paris, M. Tommasi a annoncé que la décharge obscure pouvait donner lieu à des impressions photographiques ; si l'on place entre les peignes d'une machine électrostatique une plaque photographique située parallèlement à la direction de la décharge, on peut, dans l'obscurité, obtenir une photographie au bout d'une pose de quelques minutes. La brièveté de la description des expériences ne permet pas de décider si les actions observées sont, ou non, de même nature que celles que nous venons d'étudier, et s'il faut nécessairement les attribuer, comme le pensait M. Tommasi, à des *rayons électriques* particuliers.

Une expérience récemment décrite par M. Moreau semblerait indiquer, comme nous l'avons dit au début de ce paragraphe, que l'impression observée tient à une action spécifique de la décharge : la plaque est disposée comme dans l'expérience de M. Tommasi, mais on utilise la décharge en aigrettes d'une bobine de Ruhmkorff, actionnée par un courant moyen de 6 ampères ; l'objet à reproduire et la plaque sont renfermés dans une boîte de carton entièrement close et la photographie est prise à travers bois. Des aigrettes normales à la boîte n'ont aucune action sensible ; les aigrettes parallèles donnent des épreuves nettes et intenses. Il n'est pas prouvé que les rayons de Röntgen interviennent dans le phénomène, mais il paraît établi que la lumière seule ne joue pas le rôle essentiel.

III

Si les physiciens doivent féliciter M. Röntgen de sa découverte, l'humanité tout entière doit lui être reconnaissante d'avoir mis entre les mains des chirurgiens une méthode admirable qui laisse loin derrière elle tous les procédés connus d'investigation. Cette application à la chirurgie est celle qui a excité de toutes parts le plus vif intérêt; avant de détailler les services que nous sommes d'ores et déjà en droit d'en attendre dans cette voie et ceux que nous pouvons espérer, il sera bon de rappeler que les rayons X auront maintes occasions d'être utiles dans les circonstances les plus diverses.

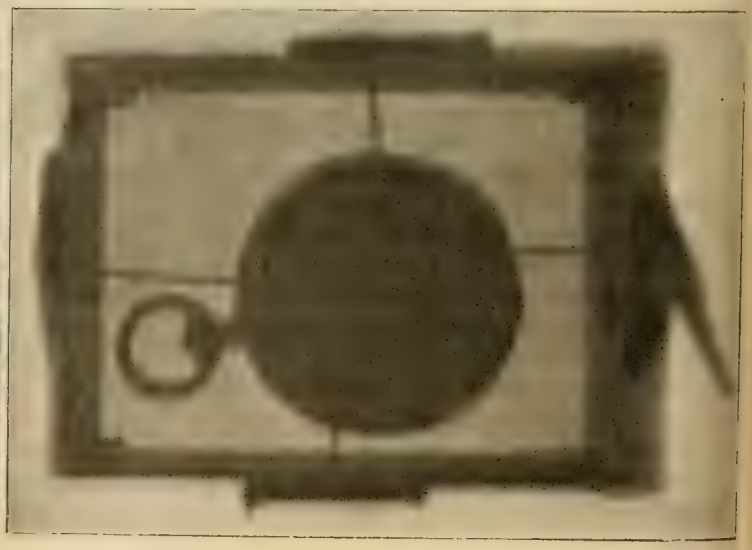




A. B

Fig. 10. — A. *Photographie de deux cartouches par le procédé ordinaire.* — B. *Photographie des mêmes cartouches par les rayons de Röntgen.* On aperçoit distinctement la poudre, les balles et les bourres qui se trouvent à l'intérieur. La photographie de droite est, en raison du dispositif employé, à plus grande échelle et en sens inverse de la photographie de gauche.

En nous annonçant sa découverte vers le commencement de l'année, le professeur Röntgen a, lui aussi, offert « ses étrennes aux honnêtes gens ». Tout le monde connaît déjà l'application de la méthode qu'a faite M. Girard à l'étude des



A B

Fig. 11. — A. *Photographie extérieure, par le procédé ordinaire, d'une boîte en bois envoyée par la poste.* — B. *Photographie de la même boîte au moyen des rayons de Röntgen.* On voit distinctement le contenu de la boîte et l'ombre de la corde servant à l'attacher. — L'échelle des photographies est un peu différente, conséquence du dispositif employé.

paquets suspects, tels que le fameux missel explosif; les figures 10 (A et B) qui représentent la photographie et la radiographie de deux cartouches, donnent une idée du procédé et des résultats. Les rayons X serviront probablement à satisfaire bien des curiosités illégitimes, mais ils auront aussi le mérite d'aider à dévoiler bien des fraudes. Les deux figures 11 (A et B) qui représentent une boîte contenant une montre photographiée d'abord à la lumière, ensuite aux rayons X, indiquent un procédé qui a été déjà employé en Angleterre, par l'Administration des Postes, pour découvrir les objets non déclarés. La présence d'un objet métallique quelconque, même au sein d'une pièce de bois épaisse, est facilement trahie (fig. 13 A et B).

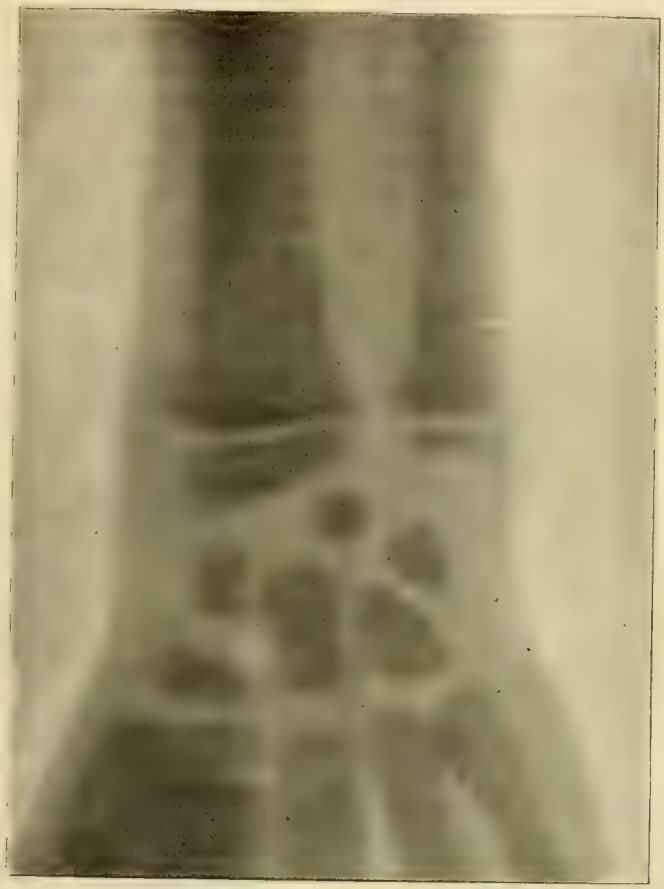
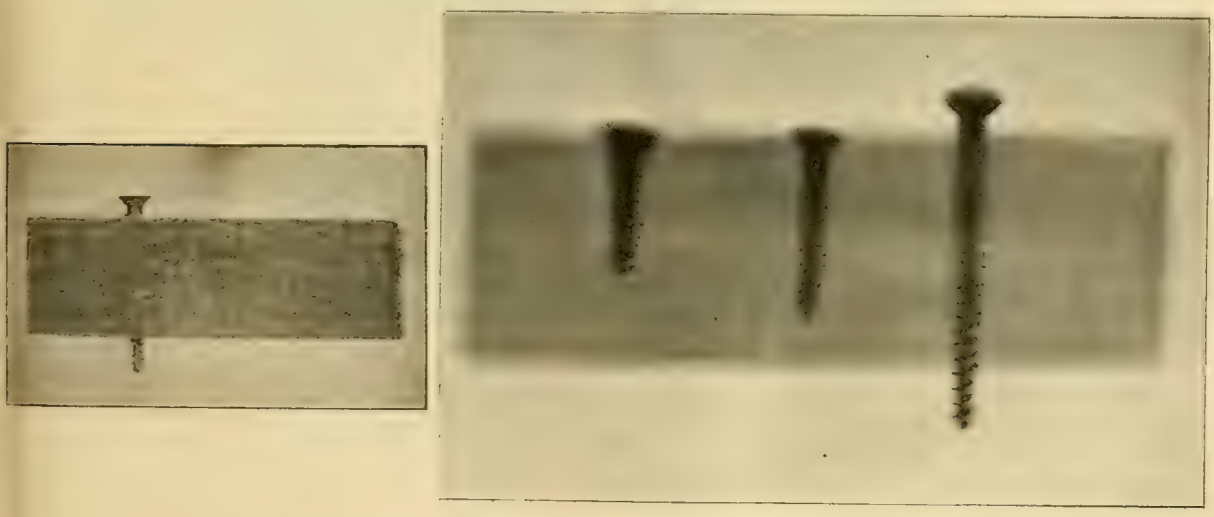


Fig. 12. — *Photographie du poignet d'un enfant de 8 ans montrant l'état de l'ossification.* — Photographie obtenue par MM. Imbert et Bertin-Sans au Laboratoire de Physique médicale de la Faculté de Sciences de Montpellier.

On sait que les diamants vrais arrêtent d'une façon notable les rayons X, tandis que la radiographie d'une parure en diamants faux ne laisse voir que la monture métallique. La pétrographie a également utilisé les différences d'opacité des diverses substances.

La préparation de certaines pièces anatomiques permettra d'étudier le système circulatoire ; on a déjà essayé d'injecter dans les veines de grenouilles du mercure ou des solutions de sels de chaux destinées à ossifier les vaisseaux et à les rendre opaques ; il est probable qu'on pourra aller très loin dans cette voie, quand on saura mieux diriger la fabrication des tubes de Crookes ; M. S. P. Thompson a constaté, en



A B

Fig. 13. — A. *Photographie extérieure d'une pièce de bois par le procédé ordinaire.* On aperçoit la tête et l'extrémité d'une vis faisant saillie. — B. *Photographie de la même pièce de bois par le procédé de Röntgen.* On voit entièrement la vis qui faisait saillie, et on aperçoit, en outre, deux autres vis plus petites qui pénétraient entièrement dans le bois et ne pouvaient se voir dans la figure A. — Les deux photographies sont à échelles différentes et de sens inverses.

effet, que le contraste entre les os et les chairs varie avec le degré de vide. Les os eux-mêmes finissent par devenir transparents quand les rayons sont très intenses ; on peut espérer qu'une étude systématique permettra d'arriver à distinguer les divers tissus, sinon par une seule opération, au moins par une série d'essais convenablement conduits; les épreuves qu'on a vues ci-dessus et la figure 14 montrent déjà des différenciations notables. La figure 12 représente le poignet d'un enfant de 8 ans; les épiphyses du cubitus et du radius ne sont pas encore soudées aux diaphyses; on ne perçoit pas l'ombre du pisiforme, qui doit être encore très petit et caché par le pyranoïdal.

Le *British Medical Journal* a publié la photographie du squelette d'un enfant de trois mois; la pose avait duré quatorze minutes. L'ampoule utilisée était un « tube à foyer » (*focus tube*), qu'on trouve maintenant dans le commerce en Angleterre; il était placé à 25 centimètres environ du corps. La différenciation des tissus est assez nette; on distingue parfaitement la silhouette du cœur et celle des poumons; on voit aussi les circonvolutions intestinales, au-dessus desquelles une plaque plus claire indique la position de l'estomac. Les parties ossifiées de la main et du bras donnent des ombres bien définies; les cartilages sont à peine visibles.

Fig. 14. — *Squelette d'une grenouille, vu à travers les chairs.* — La tache blanche vue à droite de la colonne vertébrale indique un poumon gonflé; l'autre poumon était flasque. (Photographie de MM. Waymouth Reid et J.-P. Kuenen dans le journal anglais *Nature*.)

Un des inconvénients du procédé Röntgen est de ne fournir que des silhouettes sans indication de relief; il est facile d'y obvier en prenant successivement deux photographies d'un même objet, avec les positions de la source légèrement différentes (on pourra déplacer la région utile à l'aide d'un aimant); en laissant aux pénombres une étendue notable par l'emploi d'une source de grande surface, on pourra obtenir deux images légèrement différentes dont l'examen dans un stéréoscope donnera l'impression du relief. Sans recourir à ce procédé, il est clair qu'une construction de triangles ou un calcul très simple permettra de déduire la position absolue d'un corps métallique, des dimensions de l'ombre et de la pénombre qu'il projette.

Cette recherche des corps étrangers introduits dans l'organisme sera l'application la plus facile de la radiographie; la figure 16 représente un lapin de garenne dont la patte gauche avait été brisée par un coup de fusil; on voit nettement les plombs dans la patte droite. Les figures 15 A et 15 B nous montrent un aileron de faisan avec une fracture et la position de la balle. Des applications plus utiles ont déjà été faites par plusieurs chirurgiens, qui sont parvenus à extraire des balles de revolver de petit calibre sans avoir à pratiquer une palpation douloureuse et qui, dans certains cas, fût restée sans succès; des fragments d'aiguille introduits

sous la peau et qui avaient cheminé loin du point où ils avaient pénétré, de telle sorte que leur trace était complètement perdue, ont été retrouvés.

Il n'est pas inutile d'insister sur le fait que la photographie par les rayons X n'est pas le seul moyen qu'ils nous offrent de sonder l'intérieur du corps, que la phosphorescence, avec des rayons suffisamment énergiques, fournit des images visibles directement, évitant ainsi les manipulations photographiques ; elle permettrait de suivre à chaque instant la position d'un instrument dans une opération chirurgicale ; il est à désirer vivement que les constructeurs arrivent à fournir des tubes assez parfaits pour permettre d'apercevoir au moins l'image des os du bras sur un écran phosphorescent ; le platinocyanure de baryum a été recommandé d'abord par M. Röntgen ; M. S. P. Thompson conseille l'emploi du sel de potassium ; enfin Edison a trouvé que le tungstate de calcium donne une phosphorescence beaucoup plus intense que tous les autres corps, en très grand nombre, qu'il a étudiés. La cause de la phosphorescence produite par les rayons lumineux résidant d'ordinaire dans la présence de légères quantités d'impuretés, il est possible que ce résultat n'ait rien d'absolu ; en tout cas, le tungstate de calcium a l'avantage de coûter beaucoup moins cher que les platinocyanures.

Outre les corps étrangers introduits par accident dans l'organisme, il sera utile de pouvoir reconnaître la position des appareils chirurgicaux placés à demeure ou temporairement. Les exemples abondent, dans la chirurgie moderne, de pièces métalliques destinées à remplacer certains organes ; nous citerons seulement les tubes introduits dans la trachée-artère. Dans les lavages de l'estomac, il serait intéressant de savoir à quel point exact s'arrête l'extrémité du tube par lequel on verse l'eau.

C'est surtout l'étude des lésions osseuses qui est actuellement le plus directement abordable, surtout quand ces lésions se produisent dans les extrémités. MM. Lannelongue, Oudin et Barthélemy ont déjà étudié, soit sur des pièces anatomiques, soit sur des membres vivants, l'ostéomyélite, et l'ostéite tuberculeuse. La figure 17, obtenue par MM. Imbert et Bertin-Sans, représente la main d'une malade ayant subi la résection du pouce ; on y constate la présence de plusieurs points d'ossification.

Un cas intéressant qui s'est présenté tout récemment : c'est celui d'une femme qui se plaignait de douleurs dans la hanche et affirmait que la souffrance partait du gros orteil. Ajoutant peu de foi à ces affirmations, les médecins lui firent subir — sans succès — le traitement de la coxalgie, jusqu'au jour où la comparaison des radiographies des deux orteils montra que l'extrémité douloureuse était atteinte d'ostéite.

A

B

Fig. 15. — A. *Photographie par le procédé ordinaire, d'une aile de faisan tué à la chasse.* — B. *Photographie de la même aile avec les rayons de Röntgen.* On voit les fractures des os et la balle qui les a produites. — Ces deux photographies sont à échelles différentes et de sens inverses.

Fig. 16 — *Radiographie d'un lapin de garenne.* — On voit distinctement, à la partie postérieure, les plombs de chasse et les fractures des pattes qu'ils ont occasionnées (Photographie obtenue par M. A. Londe au Laboratoire de Recherches de la Société *l'Optique.*)

C'est surtout dans le cas de fractures que l'application de la méthode s'indique le plus naturellement : on l'a déjà employée plusieurs fois; la radiographie permet de constater aussi les progrès de la guérison et la reprise des os fracturés.

Les malformations congénitales ou acquises ont déjà pu être étudiées dans certains cas: à Vienne, le professeur Mosetig a pu déterminer la position et la nature du pied d'une femme; avec les procédés actuels, qui ne permettent guère de distinguer entre les diverses parties molles, la partie de la maladie attribuable aux os est tout au moins immédiatement mise en évidence; le genou se laissera bientôt traverser assez complètement pour permettre d'étudier l'ankylose. On arrivera bientôt à déceler dans les extrémités ou les articulations la présence de ces cristaux d'acide urique ou d'urates provenant du rhumatisme et de la goutte; on peut même espérer les voir bientôt dans le rein.

Fig. 17. — *Photographie de la résection d'un pouce par les rayons de Röntgen.* — On voit les nouveaux points d'ossification qui se sont formés. — Cette photographie a été obtenue au Laboratoire de Physique médicale de la Faculté des Sciences de Montpellier par MM. Imbert et Bertin-Sans.

En effet, *The Lancet* a donné, dans un de ses derniers numéros, la radiographie d'un singe mort, dans le rein duquel on avait introduit des calculs biliaires et des calculs d'acide urique; les premiers ne se distinguent que difficilement, mais l'acide urique est très visible. Le rein est d'une transparence presque parfaite: on voit très nettement l'épine dorsale et les côtes.

Nous ne savons pas encore produire les rayons de Röntgen avec une intensité suffisante pour pouvoir traverser ainsi le corps entier d'un homme adulte; quand nous y serons arrivés, une application des plus intéressantes se présentera, c'est celle qu'on pourra faire de la radiographie à l'obstétrique; il est inutile d'insister sur tous les services que pourrait rendre la nouvelle méthode dans l'étude du développement du fœtus et dans l'art de l'accouchement.

Merveilles déjà réalisées ou miracles promis, résultats tangibles ou espérances prochaines, les rayons de Röntgen nous apportent tout à profusion. Que diraient aujourd'hui les timides et les sceptiques qui, au XVIIe siècle, voyant une académie italienne prendre le lynx pour emblême, la taxaient de présomption ou de folie? La Science voit maintenant à travers les murailles et, ce qui vaut mieux, ses regards plongent à l'intérieur du corps humain pour y apercevoir et en chasser les causes de la souffrance et de la maladie.

C. Raveau,
Préparateur à la Sorbonne.

II. — RÉDUCTION DU TEMPS DE POSE PAR L'EMPLOI DE CHAMPS MAGNÉTIQUES NON UNIFORMES

La photographie à l'aide des rayons de Röntgen ne peut devenir réellement pratique que si l'on parvient à diminuer notablement la durée de la pose que l'on a généralement employée jusqu'ici. On peut songer à atteindre ce but, soit en accroissant la sensibilité des plaques, soit en augmentant l'intensité du rayonnement; mais, à cause de la nécessité d'avoir des ombres nettes, on ne peut employer plusieurs tubes de Crookes comme cela a été proposé, ni étendre la surface fluorescente d'où émane le rayonnement; il faut, au contraire, diminuer cette surface et en augmenter l'éclat ou le rendement en rayons X.

On peut, en effet, abréger d'une façon considérable la durée de la pose en se servant d'un électro-aimant ou même d'aimants permanents pour créer un champ magnétique dont la direction moyenne soit perpendiculaire aux rayons cathodiques dans l'intérieur du tube. Par ce procédé, on déplace d'abord la tache fluorescente d'où émanent les rayons X, ce qui permet, dans les différentes expériences, d'utiliser successivement les diverses régions du tube sur lesquelles on produit la tache active.

Ce résultat a déjà une certaine importance, car, lorsqu'on emploie toujours la même région, cette tache, qui était d'abord verte, devient peu à peu jaunâtre au fur et à mesure qu'il se forme un léger dépôt brun qui finit par rendre cette région inactive; on peut alors, en déplaçant très peu l'électro-aimant, utiliser chaque fois une partie nouvelle. Mais il y a, en outre, un second avantage plus considérable : c'est qu'on peut, en ne prenant pas un champ magnétique uniforme et en *se servant d'une partie convenable de ce champ*, condenser la tache fluorescente en augmentant alors son éclat.

Pour faire comprendre la possibilité d'obtenir un tel résultat, j'envisagerai successivement deux cas : celui où l'action magnétique s'exerçant loin de la cathode, c'est-à-dire près de la calotte qui lui est opposée, la tache est déplacée d'une petite quantité et renvoyée sur le haut ou sur le bas de cette calotte; puis, en second lieu, celui où les rayons cathodiques, subissant l'action du champ au voisinage de leur origine, sont rejetés sur la paroi latérale du tube.

On peut remarquer qu'en général, les rayons cathodiques, rencontrant un champ non uniforme, ne seront pas tous déviés du même angle ; ils seront donc *dispersés* [1] les uns par rapport aux autres, et *on peut mettre à profit cette dispersion, pour obtenir, par un emploi judicieux du champ, une condensation plus favorable.*

1er *Cas.* — Figurons le cylindre de rayons cathodiques AB *ab* (fig. 18), qui viennent former en *ab* la tache fluorescente sensiblement homogène ; ce cylindre pénètre, en AB, dans un champ magnétique créé par deux pôles placés l'un en avant, l'autre en arrière du plan de la figure, à la hauteur

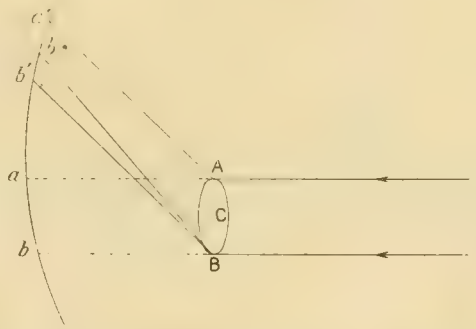


Fig. 18. — *Figure schématique montrant la condensation des rayons cathodiques.* — A B C, cylindre de rayons cathodiques se projetant normalement en *a b*; un champ magnétique uniforme déviera également tous les rayons, qui iront se projeter en *a' b'*, formant une tache à peu près égale à *a b* ; un champ magnétique non uniforme, allant en croissant de A vers B, déviera plus fortement les rayons passant par B et produira une tache condensée *a' b''*.

de AB. Ce champ est supposé perpendiculaire au plan du tableau; il produit une déviation que nous localiserons, pour simplifier, dans la tranche AB, et qui rejette, par exemple, le faisceau vers le haut.

Si le champ est uniforme, les rayons tournent du même angle et la tache *a'b'* aura les mêmes dimensions que AB ou *ab* (en négligeant les variations d'obliquité de la paroi). Mais, supposons, au contraire, que le champ ne soit pas uniforme et qu'il aille en croissant de A vers B; le rayon qui passe par B sera plus énergiquement dévié, c'est-à-dire plus rejeté vers le haut, et la tache *a'b''* sera plus condensée ; si le champ allait en décroissant de A vers B, la déviation du rayon B*b* serait moindre et la tache serait dilatée.

[1] Il y a une certaine analogie avec les propriétés d'un faisceau lumineux hétérogène, pour lequel il importe de distinguer la déviation et la dispersion ; ces deux phénomènes sont, jusqu'à un certain point, indépendants l'un de l'autre, et on sait que cette indépendance permet à la fois la vision directe des prismes et l'achromatisme des lentilles ou des prismes. L'analogie est plus grande encore avec les miroirs plans et les miroirs courbes.

Si l'on renvoyait les rayons vers le bas, on arriverait dans chacune des hypothèses précédentes à la conclusion inverse. On voit donc que, si l'on rejette les rayons vers le haut, il faut, pour avoir une condensation, employer un champ décroissant vers le haut; si on les rejette vers le bas, il faut un champ diminuant de haut en bas. En résumé, il faut un champ décroissant du côté où l'on renvoie les

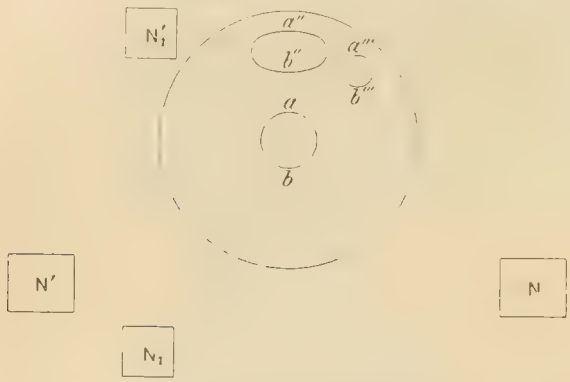


Fig. 19. — *Disposition schématique des pôles magnétiques pour la condensation des rayons de Röntgen.* — *a*, *b*, tache produite par les rayons cathodiques normaux; *a''* *b''*, tache produite par les rayons quand ils sont déviés par les pôles N N'; *a'''* *b'''*, tache condensée due à l'influence des pôles N_1 N'_1.

rayons; dans le cas contraire, on aurait une dilatation.

L'expérience vérifie entièrement ces prévisions: il suffit, pour le constater, de disposer deux pôles en N et N' au-dessous de l'axe du tube, comme il

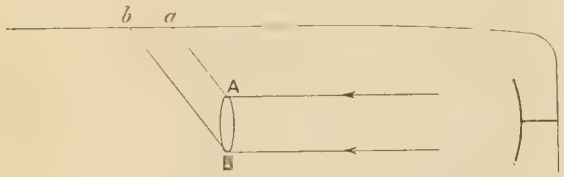


Fig. 20. — *Déviation des rayons cathodiques A B sur la paroi latérale du tube en a b, au moyen de deux pôles placés près de la cathode.*

est indiqué dans la figure 19, où le tube est supposé vu de face, et de mesurer le diamètre de la tache dans le plan médian dans lequel se fait le déplacement; le diamètre vertical *a b* présente une contraction qui peut être accompagnée d'une dilatation transversale [1], et qu'on peut d'ailleurs réduire en mettant deux autres pôles sur le côté gauche, en N_1 N'_1, de façon à rejeter la tache en *a'''* *b'''*. On réalise les différentes circonstances précédemment indiquées en déplaçant le tube de haut en bas, dans le champ, de façon à avoir ensuite un champ constant, puis un champ croissant vers le haut.

2e *Cas.* — Supposons que le champ magnétique agisse à une petite distance de la cathode, de manière que la tache soit rejetée sur la paroi latérale (fig. 20). Elle sera plus ou moins étalée dans le plan médian suivant que la déviation sera plus ou moins grande et, en outre, suivant la variation du champ étudié dans le cas précédent; mais, ce résultat n'a trait qu'à ce qui se passe dans le plan médian. Dans le plan perpendiculaire, l'étalement serait le même si le champ était toujours perpendiculaire au plan médian, car les rayons cathodiques situés sur une même horizontale pivoteraient de la même quantité et garderaient entre eux un écartement constant. Mais il

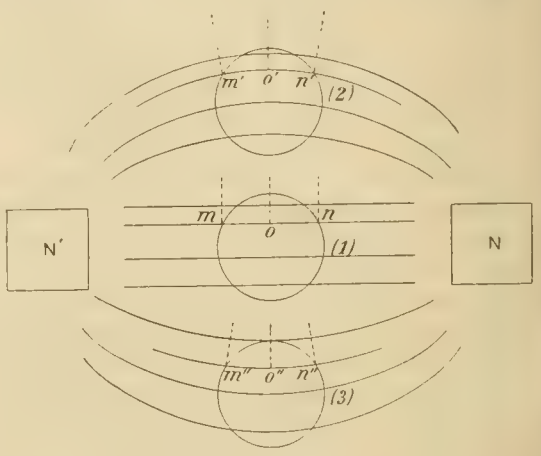


Fig. 21. — *Schéma montrant comment on peut utiliser un champ magnétique pour obtenir une condensation des rayons cathodiques dans le sens transversal.* — N N', pôles produisant un champ magnétique figuré par ses lignes de force. En (1) les rayons cathodiques sont déviés perpendiculairement aux lignes de force, c'est-à-dire parallèlement à eux-mêmes; il n'y a aucune condensation. En (2), les rayons cathodiques sont déviés perpendiculairement aux tangentes aux lignes de force et vont en divergeant. En (3), au contraire, ils vont en convergeant.

est facile de voir qu'on peut utiliser la variation de direction du champ pour produire une condensation dans le sens transversal.

Pour cela, considérons ce qui se passe dans le plan perpendiculaire où nous localiserons la déviations; figurons le champ (fig. 21) produit par les poles N et N', et envisageons successivement ce qui se produit quand le cylindre de rayons cathodiques est dans les trois positions (1) (2) et (3).

Dans la position (1) les rayons qui arrivent en *m*, *n*, *o* tournent de la même façon, comme il a été dit, et suivent des directions qui se projettent suivant les lignes en pointillé, qui partent de *m*, *n* et *o*; ces lignes sont parallèles et la largeur transversale n'est pas modifiée.

Dans la position (2), le champ n'a pas la même direction en *m'*, en *n'* et en *o'*; la déviation ne se produira pas dans la même direction en ces trois

[1] A cause d'effets analogues à ceux étudiés dans le deuxième cas.

points, elle aura lieu suivant des droites qui se projetteront comme il est dessiné en pointillé ; ces lignes vont en divergeant, et la tache aura une dilatation transversale.

Dans la position (3), au contraire, les rayons sont envoyés dans des plans qui sont obliques les uns par rapport aux autres et qui vont en se rapprochant; il y aura donc une condensation transversale et production d'une ligne lumineuse parallèle à l'axe, comme on le constate aisément : le champ magnétique joue alors le rôle d'une lentille cylindrique pour les rayons cathodiques et par conséquent pour les rayons X, auxquels ils donnent naissance et sur lesquels on ne pouvait guère agir directement.

Si l'on renversait le champ pour renvoyer les rayons vers le bas, les conclusions seraient exactement inverses.

On se trouve donc amené, pour avoir une contraction transversale, à mettre le tube dans la position (3), c'est-à-dire dans un champ décroissant vers le bas, ce qui produit une dilatation longitudinale; cela n'a pas d'inconvénient si l'on veut avoir une ligne lumineuse. Mais, si l'on veut produire une condensation dans tous les sens, on y parviendra en augmentant la valeur moyenne du champ, ce qui accroîtra la déviation et fournira pour la dimension *a b* de la tache dans le plan médian une valeur de plus en plus petite (fig. 20).

En déplaçant le tube dans le champ et en faisant varier l'excitation de l'électro-aimant, on arrive rapidement à trouver les meilleures conditions. On peut même faire des mesures en se servant d'un photomètre à rayons X, que j'ai construit pour l'exploration du champ et dont la description a paru récemment dans le *Journal de Physique*.

En employant un de ces dispositifs, on peut faire des photographies avec des poses très courtes. En me plaçant dans le premier cas (20 mars), j'ai obtenu en 25 secondes la silhouette des os d'une main d'adulte, assez nettement pour qu'on puisse y voir très bien la trace d'une fracture à la dernière phalange de l'index, fracture dont nous n'avions pas connaissance et que nous ne cherchions pas; or, la personne sur laquelle nous avons opéré s'est rappelée qu'il lui était arrivé, il y a trois ans, un accident, qui avait d'ailleurs laissé une cicatrice encore visible; elle avait eu le doigt atteint par un engrenage et la blessure avait amené la chute de l'ongle.

Depuis, j'ai refait cette photographie en utilisant mieux la variation du champ et en envoyant la tache sur une partie où la courbure du tube favorisait la condensation, et j'ai obtenu le même résultat en *cinq secondes* (23 mars) [1], ce qui fournit une démonstration de la possibilité de réduire d'une façon considérable la pose à l'aide de champs magnétiques convenables [2].

Georges Meslin,

Professeur à la Faculté des Sciences à Montpellier.

612,4

LES DÉFENSES ANTITOXIQUES DE L'ÉCONOMIE

HUMEURS ANTITOXIQUES; ORGANES ANTITOXIQUES

Si l'on réfléchit au nombre, à la variété des microbes réputés capables de se montrer pathogènes ou de le devenir, on est frappé de la multiplicité des dangers, à ne considérer que les processus infectieux qui menacent l'économie.

On rencontre les bactéries dans les différents milieux ambiants, dans l'eau, dans l'air, dans le sol; on les retrouve sur les meubles, les parois, les tentures, les livres, les instruments, les vêtements, les linges, les objets les plus divers; on les décèle sur la peau, les muqueuses, dans ces parties de nous-mêmes, qui, suivant Cl. Bernard, continuent à appartenir au monde extérieur; parfois, même, on les aperçoit dans le sang, dans les systèmes clos, contrairement à la loi de Pasteur qui proclame la stérilité des humeurs internes, stérilité fréquente, mais nullement constante.

Souvent, heureusement, le remède, pour ainsi dire, apparaît placé au voisinage du mal. — Au sein de ces milieux extérieurs, par exemple, ces infiniment petits subissent l'influence atténuatrice de l'ozone, de la pression, de l'oxygène, des températures basses ou élevées, du mouvement, de la sécheresse, de l'humidité, plus encore de la lumière, etc. Au moment où ils atteignent l'économie, leur vitalité est déjà amoindrie.

Ils se fixent alors habituellement au niveau de

---

[1] M. Meslin avait déjà obtenu des photographies avec des poses de 4 secondes (*Comptes rendus*, février 1896 : mais il s'agissait de découpures métalliques où l'opposition des différentes parties facilite l'opération ; ici, au contraire, il s'agit de tissus qui exigeaient jusqu'à présent un temps bien plus long, pour différencier nettement les os et les chairs.

[2] Ces expériences ont été faites à la Faculté des Sciences de Montpellier avec l'aide du préparateur, M. Chaudier.

l'une des portes d'entrée, en dehors de quelques conditions exceptionnelles, accidentelles, qui leur permettent de s'introduire d'emblée dans la profondeur des viscères. — Or, là, au voisinage de ces portes d'entrée, ces parasites se heurtent à de nouveaux obstacles, à de nouvelles protections.

L'épaisseur de la peau, les couches de l'épiderme, les cellules des muqueuses constituent des défenses mécaniques, physiques, propres à ralentir la marche des envahisseurs.

A ces défenses anatomiques s'ajoutent des processus chimiques, toxiques. — Le mucus de la membrane de Schneider, par ses propriétés germicides, rend plus efficace le rôle protecteur des vibrisses, des sinuosités des fosses nasales; les corps gras, l'écoulement de la sueur, les acides du conduit urétéro-vaginal, etc., complètent les procédés de résistance accumulés à la surface de la peau, des organes génitaux, etc.

Ces procédés de résistance sont encore plus développés dans toute la longueur du tube digestif; or, c'est par cette voie que pénètrent les plus redoutables bactéries. — La phagocytose s'exerce en nombre de points, mais de préférence dans les amygdales, dans les agglomérations de tissu lymphoïde; les sucs de l'estomac, les liquides biliaire, pancréatique, ceux des glandes de Brunner, de Lieberkuhn, l'indol, le scatol, le phénol, principes antiseptiques, les composés ammoniacaux, les toxines des ferments putrides, l'absence d'oxygène pour les aérobies, tous ces éléments contribuent à amoindrir l'activité des bactéries.

Dès lors, elles ne parviennent pas à s'introduire dans la circulation; les attributs nécessaires, la qualité, la quantité, leur font défaut.

Si, parfois, elles réussissent à franchir les barrières, l'économie poursuit la lutte grâce aux propriétés bactéricides des sérosités, des plasmas, des solides, grâce aux énergies phagocytaires, grâce aux actions antitoxiques.

I

Au milieu de ce groupe imposant de défenses, qui permettent à l'organisme de résister en dépit de la multitude des assaillants, ces actions antitoxiques, bien que connues depuis peu, tiennent une place des plus importantes.

Plus que toute autre découverte, l'expérience de Behring a nettement mis en lumière la réalité de ces substances, qui agissent sur les poisons microbiens.

Après des échecs sans nombre, dus en partie à l'emploi de la chaleur, les auteurs étaient arrivés à établir des différences manifestes entre les humeurs, les tissus des sujets normaux et celles ou ceux des individus rendus réfractaires. — Les activités phagocytaires mises à part, on avait reconnu, à l'aide du virus pyocyanique, que, dans le sérum des immunisés, les germes n'évoluent pas aussi aisément que dans celui des animaux sains. — Ils se multiplient, mais moins promptement; leurs formes sont irrégulières ; leurs sécrétions moins abondantes, moins complètes : c'est là ce qui constitue ce qu'on désigne sous le terme, d'ailleurs impropre, excessif, d'état, d'attributs bactéricides.

Behring a eu l'heureuse idée de rechercher l'influence de ces humeurs, de ces tissus des vaccinés non plus sur les microbes vivants, mais bien sur leurs produits, sur les poisons dont ils se servent pour engendrer et les troubles fonctionnels et les lésions anatomiques. Il a constaté que les sérosités empruntées à ces vaccinés s'opposent à l'action de ces poisons ; un gramme de ces sérosités peut être capable de supprimer les propriétés d'une toxine, de celle du bacille de Löffler ou de Nicolaïer, par exemple, au point de détruire l'activité d'une quantité suffisante pour tuer de nombreux animaux.

La première idée qui vient à l'esprit, c'est qu'il s'agit d'une sorte de neutralisation chimique, d'une opération où une proportion donnée d'un corps annule une autre proportion : il n'en est rien. — En effet, si, par exemple, après avoir mélangé 50 ou 100 parties de toxine à 2 ou 15 de sérum, on constate l'innocuité de l'injection de 1, de 3, de 5 centimètres cubes, on pourra en augmentant ces doses engendrer des accidents mortels; on pourra voir, également, sans élever ces volumes, ce mélange cesser d'être inactif, si on remplace le cobaye par la souris, ou même le cobaye par un autre cobaye, débilité à un titre quelconque. — Ces irrégularités, la chose est claire, ne s'observeraient pas si le mécanisme de la neutralisation était réel.

Des recherches poursuivies par Bouchard et Charrin [1] tendent à établir que ces humeurs de réfractaires confèrent aux cellules une énergie nouvelle, leur permettant de résister aux attaques des bactéries, aux attributs de leurs sécrétions : le système nerveux, par exemple, réagirait contre la production d'une paralysie des centres dilatateurs, paralysie qui entraîne l'impossibilité d'une sortie facile, rapide, et des plasmas nuisibles aux microbes ou à leurs principes, et des éléments anatomiques mobiles, chargés d'ingérer, d'englober les assaillants.

Dans un remarquable travail, Denys [2], en colla-

---

1. La *Cellule*, t. XI, 1er fascicule.

2. *Soc. Biol.* 1888. Voir aussi Bouchard, Congrès Berlin, août 1890. Voir également *Traité. méd.* Charcot-Bouchard. 1er vol. article *Infection*, chapitre *Immunité*, par Charrin.

boration avec Leclef, établit péremptoirement cette conception ; il prouve que les leucocytes, en particulier, n'acquièrent leurs activités phagocytaires que sous l'influence des sucs des immunisés ; cette activité devient un phénomène absolument secondaire, contingent. Certes, ce processus conserve sa valeur, son importance, mais il convient de le mettre à son rang.

Nous n'avons pas dit autre chose, depuis 1888. — Dès cette époque, nous avons reconnu, *in corpore*, que, chez les vaccinés, dans les sérosités sous-cutanées, les germes étaient modifiés avant l'arrivée des éléments figurés, que cet afflux se réalisait en présence de parasites déjà affaiblis par les humeurs, que la phagocytose, que l'action des leucocytes étaient facilitées par cette influence humorale ; dès cette époque, nous avons proclamé que, chez ces vaccinés, le nombre des microbes allait sans cesse diminuant, contrairement à ce qui se passe chez les sujets normaux ; que, chez ces sujets normaux, on observait, à l'exemple de ce qui survient chez les réfractaires, des accumulations cellulaires, mais en quantité infiniment moindre.

Nous avons la satisfaction de voir que toutes ces notions sont en parfait accord avec la doctrine du Professeur Denys. — Cet auteur montre que peu importe l'origine du leucocyte, qu'il vienne d'un être sain ou immunisé, ce qui domine tout, c'est la provenance du sérum. Nous avons plaisir à le proclamer, ce savant va plus loin que nous : il apporte de nouvelles preuves ; il met en lumière cette donnée considérable, à savoir que les cellules tiennent leur pouvoir directement des humeurs.

II

Tous les éléments anatomiques concourent-ils à la formation de ces antitoxines, ou bien cette formation est-elle l'œuvre exclusive de quelques-uns d'entre eux ? Dans le cas où ces principes dériveraient du fonctionnement de l'ensemble de ces tissus, certains de ces tissus n'ont-ils pas, dans cette création, une part prépondérante ? L'urée, le glycogène naissent un peu partout, quoique plus spécialement dans le foie. Pour ces principes, les choses se passent-elles de cette façon ? Un organe joue-t-il, dans leur genèse, un rôle plus important que celui des différents autres viscères ? Il est impossible, à l'heure présente, de formuler des réponses absolues à toutes ces questions pourtant capitales.

Denys, dans un mémoire antérieur à celui que la *Cellule* vient de publier, estime avec Havet, avec Van der Velde, que les matières bactéricides, qui ont avec ces antitoxines tant d'affinités, proviennent des leucocytes ; elles augmentent, dans un exsudat, en suivant la même progression que ces organites ; peut-être ces organites sécrètent-ils ces antitoxines, comme ils sécrètent les alexines, les substances nuisibles aux bactéries vivantes. Il semble que les progrès les plus récents s'accordent pour accroître le rôle physiologique de ces leucocytes, conception en désaccord relatif avec les idées des anatomistes qui les tiennent pour des corps vieillis.

Hankin, Kanthack, Hardy, attribuent aux cellules éosinophiles les propriétés accordées par d'autres aux globules blancs, aux globules lymphatiques. — Pourtant, les recherches de Mesnil sur les humeurs des poisons montrent que ces éléments fixateurs de l'éosine ne constituent pas les sources uniques des substances défensives.

De récentes expériences, tout en confirmant la participation des leucocytes, me portent à penser que, dans certains cas, le foie intervient. — On ne peut supprimer cet organe sans supprimer la vie ; il n'est pas possible de lier la veine-porte, sans amener bien vite de graves accidents ; toutefois, la section des nerfs, la ligature des lymphatiques, de ces vaisseaux que Gley a si bien étudiés, troublent la physiologie de l'organe, et, néanmoins, le sujet survit assez longtemps.

Or, si l'on compare deux animaux intoxiqués par la toxine diphtérique, après avoir chez l'un d'eux pratiqué cette section ou cette ligature, on constate que cette toxine ne se comporte pas du tout de la même façon chez ces deux animaux ; il semble qu'une partie des éléments destinés à agir avec ce principe dérive du tissu hépatique.

On ne possède sur la nature de ces antitoxines que de vagues notions ; on ne connaît d'elles que quelques caractères physiques plutôt que chimiques, que quelques analogies.

Pour Buchner, ces antitoxines, les corps globulicides, les éléments bactéricides ne seraient que des manières d'être variées d'une unique substance. — Cette substance supporte l'action des alcalins, de l'acide chlorhydrique faible, du chlorure de sodium, de l'extrait de sangsue, tandis qu'elle est détruite ou altérée par les bases en excès, par les acides forts, par la lumière, la dialyse, les congélations, l'hydratation, les dilutions, la chaleur, etc.

Une foule de conditions sont capables de faire osciller l'état bactéricide dans l'économie vivante ; la saignée, la faim, la soif, le surmenage, l'ablation de la rate, l'agonie, etc., le font fléchir ; parfois, en revanche, le bicarbonate de soude l'augmente.

Les relations qui unissent cet état au pouvoir antitoxique permettent de penser que les agents, que les circonstances propres à agir sur le premier, agissent aussi sur le second. — Toutefois, si le

doute existe au sujet des rapports établis entre ces corps, de nature albuminoïde probable, on sait, nous l'avons indiqué, qu'ils sont autres que les toxines proprement dites, puisque ces corps sont détruits à 75°, tandis que ces toxines conservent certaines propriétés, malgré une température de 110°; on sait aussi qu'ils n'apparaissent dans les tissus que plusieurs heures, que plusieurs jours, après l'injection des sécrétions bacillaires; on sait également que ces sécrétions s'éliminent plus aisément par les urines que les composés défenseurs. Toutes ces notions concourent à prouver que ces composés dérivent de l'organisme.

Il est établi que la création des antitoxines résulte d'une activité cellulaire; dès lors, comme toutes les activités cellulaires, elle peut être transmise des ascendants aux descendants.

Gley et Charrin ont montré que l'état bactéricide, constaté chez le père ou la mère, se retrouvait exceptionnellement, il est vrai, chez quelques rejetons; les éléments anatomiques qui, chez les générateurs, sécrétaient des principes nuisibles aux germes vivants, continuent chez les engendrés à sécréter ces principes. — On ne s'étonne pas de voir les attributs qui ont trait à la formation de la bile ou de la salive passer des uns aux autres; pourquoi s'étonner de la transmission de qualités analogues concernant la formation d'autres humeurs?

Toutefois, il s'agit là d'une fonction acquise, d'une fonction de luxe, accessoire, nullement indispensable. Aussi, suivant la loi commune, cette fonction tend-elle à disparaître, si on ne s'applique pas, de temps à autre, à la consolider.

L'hérédité de l'immunité implique celle des antitoxines, puisque, parfois, cette immunité consiste, pour une part, dans la mise en jeu de ces antitoxines. Du reste, il est possible de fournir la preuve directe de cette affirmation, en constatant la réalité de cet état protecteur chez des rejetons issus de générateurs également en possession de ces attributs.

On a remarqué que les antitoxines diphtéritique ou tétanique atténuent les effets de certains venins; leur action ne se limite pas aux sécrétions du bacille de Löffler ou de Nicolaïer.

Cette sorte d'extension de pouvoir se rattache à l'intéressante question des vaccinations réciproques. — Sobernheim, Cesaris-Demel, Orlandi, Szekely, Szana, ont soutenu que les animaux immunisés contre le *Bacillus prodigiosus* ou le bacille typhique résistaient au vibrion du choléra. — Ces faits méritent d'être rapprochés; ils peuvent s'expliquer, s'éclairer mutuellement.

Jusqu'à ce jour, il n'y a guère que le virus du tétanos ou celui de la diphtérie qui paraissent propres à faire apparaître les antitoxines. Pfeiffer les a inutilement recherchées dans le choléra indien, Metchnikoff dans celui des porcs, Isaeff dans la pneumonie, Sanarelli dans la fièvre typhoïde. En revanche, ces corps se produisent chez les vipères, d'après Phisalix[1] et Bertrand comme d'après Calmette.

Toutefois, l'abrine, la ricine, seraient capables de leur donner naissance, ou du moins de provoquer la formation de composés, qui, sans annuler l'action des poisons microbiens avec l'énergie des sérums des animaux vaccinés contre le bacille de Löffler ou de Nicolaïer, diminueraient cependant l'intensité des effets de cette abrine, de cette ricine. — Si l'on tient compte de ces antitoxines atténuées, il faut admettre que les humeurs des êtres rendus réfractaires au vibrion cholérique, au pneumocoque, au microbe du pus bleu, d'après Charrin, contiennent des principes jouissant, dans des mesures variables, de ces attributs antitoxiques : l'expérience l'établit.

III

Quand, au lieu de s'adresser à ces sujets rendus réfractaires, on utilise les humeurs des espèces jouissant d'une immunité naturelle, on obtient des résultats, qui, sans être aussi manifestement salutaires que les effets enregistrés en injectant les premiers produits, sont néanmoins le plus souvent favorables : Richet et Héricourt, auteurs, à cet égard, d'une foule d'idées suggestives, l'ont nettement démontré.

Il est même possible d'améliorer, dans quelque mesure, une infection en se servant des liquides, lait, larmes, urines, sueur, etc., provenant d'animaux médiocrement prédisposés à cette infection. — On est allé plus loin en proclamant les qualités antitoxiques des sérums artificiels.

Launder-Brunton, Maragliano, etc., ont vu l'état bactéricide osciller avec la proportion des sels, du chlorure de sodium, en particulier. — Fodor a soutenu que l'alcalinité du sang jouait un rôle notable; il a conseillé l'usage du bicarbonate de soude. — Peut-être faut-il tenir compte de ces données pour interpréter quelques effets de ces sérums, surtout de ces sérums artificiels, simples solutions aqueuses plus ou moins minéralisées.

Dans ces derniers temps, j'ai poursuivi, avec Cassin, des expériences qui ont mis en lumière l'efficacité de différents sels, dans une certaine mesure toutefois, au cours de la lutte contre l'infection. Fréquemment, nous avons vu ces sels retarder la mort des animaux inoculés par le bacille pyocyanique ou intoxiqués par ses toxines,

[1] Voyez à ce sujet le remarquable article de M. Phisalix dans la *Revue* du 29 février 1896, p. 185 à 191.

comme par celles de la diphtérie. Les résultats complètement heureux, la guérison, se sont montrés rares ; on ne les a enregistrés que dans les cas où l'on a employé un virus peu énergique ; en revanche, il a été plus commun de voir des lapins, des cobayes, résister durant deux à quatre jours, après avoir reçu ces sérums artificiels, alors que les témoins succombaient en vingt-quatre heures.

Pour moi, je pense qu'il convient d'admettre ces données, en les rapprochant, dans leurs grandes lignes tout au moins, de certains faits avancés récemment, etc. : je crois à l'utilité de ces composés ou plutôt à celle de leurs attributs, aussi bien qu'à l'efficacité des liquides puisés chez les êtres immunisés ; les différences se traduisent, avant tout, par la rapidité, par l'intensité des résultats.

Les mécanismes mis en jeu par ces composés si divers, pour assurer la défense, offrent des points de contact, des analogies et des différences. — Tous stimulent la vitalité cellulaire ; tous irritent le système nerveux, s'opposent à la paralysie des centres dilatateurs, à la généralisation du mal, etc. J'estime l'avoir prouvé avec le Professeur Bouchard, à propos des principes empruntés aux vaccinés : j'estime, je le rappelle, que nous avons, à cet égard, remplacé des affirmations par des notions positives, notions que Denys, par des expériences de premier ordre, a placées hors de contestation. — Ces excitations du névraxe agissent sur les vasomoteurs, partant sur la répartition des plasmas, des sérosités nuisibles aux parasites ou à leurs produits, comme aussi sur celle des hématies, des leucocytes, des éléments défenseurs.

Les ressemblances sont évidemment moins saisissantes lorsqu'on envisage les modifications immédiates réalisées vis-à-vis des germes ou de leurs sécrétions ; si, pour une part, ces composés artificiels sont microbicides ou antitoxiques, ceux qui dérivent des réfractaires jouissent de ces qualités, des premières ou des secondes, des unes et des autres, à un degré tout spécial, infiniment plus élevé.

Il y a autre chose. — Beaucoup de sécrétions microbiennes, les albumoses, particulièrement, dialysent difficilement. Or, dans l'économie, je l'ai reconnu avec Cassin, à tout instant s'opèrent des phénomènes de cet ordre ; des membranes, les séreuses, la plèvre, le péricarde, les synoviales, les coques cellulaires, etc., paraissent propres à remplir ces fonctions de dialyseur. Comme chacun sait que la densité, que la minéralisation d'un liquide font osciller les processus osmotiques, on comprend que l'administration de composés riches en soude, en chaux, en magnésie, en potasse, etc., puisse encore intervenir de cette façon. Or, amoindrir les effets des poisons bacillaires, c'est concourir à la lutte vis-à-vis des êtres producteurs de ces poisons, c'est mettre en jeu les influences protectrices, sinon au point de vue des mécanismes intimes, en tout cas, au point de vue des résultats.

D'ailleurs, il s'agit là d'explications théoriques pathogéniques ; ces données réservées, un fait demeure acquis, à savoir qu'il est possible d'intervenir efficacement, au cours de l'infection, contre les germes ou contre leurs produits, en utilisant les liquides réputés anti-toxiques, liquides dont la nature varie depuis le sérum des animaux vaccinés jusqu'au sérum artificiel, en passant par celui des sujets normaux.

IV

L'organisme possède donc des défenses dirigées contre les matières bactériennes ; toutefois, celles que lui confèrent les humeurs ne sont, dans cet ordre, ni les seules, ni peut-être celles qui, si l'on considère les actions directes, s'adressent le plus immédiatement à ces matières offensives : les viscères, les tissus solides concourent, de leur côté, pour une large part, à ce genre de protection.

On sait, depuis 1873, depuis Schiff, Heger, etc., que le foie modifie certaines substances, les alcaloïdes, de préférence ; on sait, en particulier, qu'une dose de nicotine introduite dans la circulation générale tue plus vite que si on la fait pénétrer par la veine porte.

Or, il n'en est pas autrement, quand on s'adresse aux sécrétions bacillaires ; je l'ai établi, il y a plusieurs années, pour les composés issus de la vie du bacille pyocyanique. — Si on pousse dans une veine périphérique un volume considérable, capable de tuer en 8 ou 12 heures, si, en même temps, on oblige un égal volume à pénétrer dans la glande hépatique, on observe des phénomènes plus rapidement mortels chez le premier animal. — Il est encore possible d'accentuer ces différences, en utilisant uniquement les matières solubles dans l'alcool.

Des résultats analogues, obtenus avec d'autres cultures stérilisées, placent en évidence cette défense, cette fonction anti-toxique du foie.

On a appris, par les travaux d'Abelous et Langlois, travaux confirmés par Supino, par Albanese, etc., que les capsules surrénales jouissent de propriétés comparables à celles que nous venons de rappeler à propos de l'organe biliaire ; on a appris, d'autre part, grâce aux recherches de ces physiologistes, de Charrin, que les sécrétions microbiennes causent l'hypertrophie de ces capsules, qui prennent alors l'aspect des glandes surmenées ; chez l'anguille, la structure glandulaire, d'après Petit, est manifeste.

On est donc conduit à supposer que, là encore,

existe un centre anti-toxique, centre qui se retrouve peut-être dans la rate, le corps thyroïde, un peu partout, avec des maxima, avec des foyers. C'est, du reste, ainsi que les choses se passent pour la glycogénie, l'uréopoièse; le glycogène, l'urée apparaissent çà et là; néanmoins, nul viscère n'en fournit autant que le foie.

Il est admis que les microbes, pour créer des désordres morbides, se servent de leurs poisons; autrement dit, il est admis que les infections se réduisent à des processus d'intoxication. Il est également prouvé que les poisons favorisent notablement la pullulation des ferments pathogènes. Dès lors, on conçoit que les agents protecteurs dirigés contre les toxiques puissent intervenir de deux manières, à deux moments différents, tout en visant au fond un but unique.

Il est, en effet, possible de mettre en jeu des défenses pour s'opposer aux empoisonnements qui affaiblissent le terrain, avant l'éclosion de tout germe. Il est, d'autre part, utile de les rendre actives, pour combattre les conséquences de la pleine évolution des infiniment petits, pour s'opposer aux effets de leurs sécrétions.

Aucun appareil ne réclame ce système défensif aussi impérieusement que le tube digestif. — Dans ce tube, au niveau de l'intestin principalement, à chaque instant apparaissent des corps nuisibles venus de l'extérieur ou plutôt dérivés des ferments putrides; ces corps absorbés amoindrissent la résistance aux virus. — D'un autre côté, une foule de maladies bactériennes, les entérites infectieuses, la dysenterie, etc., semblent se localiser, en grande partie, pour une période donnée au moins, dans ce canal alimentaire.

Pour ces motifs, il était indiqué de rechercher les procédés institués par la nature pour assurer l'intégrité de l'organisme. Or, je crois avoir précisément réussi à mettre hors de doute, grâce à une série d'expériences poursuivies avec P. Cassin, au laboratoire du Professeur Bouchard, le rôle anti-toxique de la muqueuse intestinale.

V

On sait qu'une foule de corps, qui paraissent très nocifs quand on les introduit par les veines ou la peau, perdent en partie cette toxicité si on les fait pénétrer par le tube digestif.

En 1887, Charrin a prouvé que les sécrétions du bacille pyocyanique obéissent à cette loi; cette démonstration a été ensuite réalisée pour différentes toxines, pour celles de la diphtérie, du tétanos, par exemple, à l'aide d'une série d'expériences poursuivies au laboratoire du Professeur Bouchard, qui, de son côté, a vu, depuis longtemps, l'innocuité relative des produits cholériques déposés dans le conduit alimentaire. Charrin et Cassin se sont efforcés de mettre en évidence les raisons propres à expliquer ces phénomènes.

On rend malade, on tue, en injectant dans la circulation des doses toxiques égales à 5, 10, 15; on provoque des désordres inappréciables, le plus souvent, en administrant par la bouche 20, 30, 50 de ces mêmes cultures débarrassées par la chaleur ou la filtration des microbes vivants.

On obtient des résultats identiques, lorsqu'au préalable on alcalinise l'estomac ou lorsqu'on dépose ces principes directement dans l'iléon, en évitant cet estomac; on ne saurait donc mettre en cause les sucs gastriques.

On ne saurait, d'autre part, incriminer exclusivement le contenu, ferments, sécrétions, etc., du canal digestif, attendu que les effets sont encore très marqués, si on a eu soin de balayer, pour ainsi dire, ce contenu; son intervention possible est, à elle seule, insuffisante; à la vérité, il se renouvelle, et vient, du reste, surtout de la muqueuse.

D'un autre côté, en emprisonnant 15 à 20 centimètres cubes de toxines dans une anse de 50 centimètres de longueur, entre deux ligatures, on s'assure que le liquide, en apparence tout au moins, a disparu, en partie ou parfois en totalité, au bout de quelques heures.

Les dispositions anatomiques conduisent à invoquer l'intervention du foie ou celle de la paroi intestinale.

Il est certain, comme le fait a été établi en 1888, que vis-à-vis de ces composés pyocyaniques, surtout vis-à-vis de ceux que l'alcool dissout, le tissu hépatique exerce une protection relative, dans des conditions spéciales. — Si, par exemple, on injecte rapidement, en une fois, et par la veine porte et par la veine de l'oreille, des quantités considérables, capables de tuer en quelques heures, on note des phénomènes immédiats plus graves, dans la majorité des cas, chez les animaux qui ont reçu ces quantités par la circulation générale; néanmoins, chez les premiers comme chez les seconds, ces désordres sont importants; tous les lapins succombent à peu de distance les uns des autres.

Ces différences diminuent, au point de disparaître, si on vient à procéder différemment. — En tout cas, la protection du foie est absolument insuffisante pour expliquer l'immunité observée; bien entendu, au cours de ces injections intra-portales, on tient compte de la durée, de la lenteur de la pénétration, des volumes, etc.

On arrive donc à faire jouer forcément un rôle à la paroi intestinale.

D'ailleurs, si on altère la couche superficielle de cette paroi par le curettage, par la chaleur sèche

ou humide, à 65-70°, par un courant d'eau, par du tannin, de l'iode, etc., en ayant soin de laver de suite après, on reconnaît, à longueurs égales, que la même quantité de toxine, introduite dans des anses ainsi lésées, tue et plus rapidement et autrement.

Déjà, Stich, Ribbert, Charrin, Fermi, Pernossi, Denys, Répin, Queirolo, etc., ont invoqué ce rôle de l'épithélium. Toutefois, des expériences de ces auteurs on ne dégage pas nettement la notion d'une intervention active de la muqueuse. — On voit par exemple, dans les faits de Queirolo, le sang, les humeurs, les toxines devenir plus nuisibles, lorsque l'épithélium manque; mais il est permis de se demander si cet excès de toxicité est dû à ce que le poison qui vient de l'iléon n'a pas été modifié, l'agent modificateur ayant été supprimé, ou bien, tout simplement, à ce que ce poison a passé plus vite, plus abondamment dans la circulation, une des barrières mécaniques étant enlevée; or, il n'est pas nécessaire de démontrer que cette couche interne nous protège mécaniquement : on le sait depuis longtemps.

Ce qu'il faut établir, c'est qu'en pathologie ces cellules se comportent comme en physiologie; nul n'ignore leur action sur les peptones, sur les graisses, notions intéressantes à rapprocher de la composition des toxines, qui comportent des albumines, des éléments plus ou moins analogues aux diastases.

Les recherches poursuivies par Cassin et Charrin paraissent mettre en lumière cette fonction protectrice active. — En premier lieu, les sécrétions microbiennes sont plus toxiques, quand elles pénètrent par les vaisseaux périphériques, la veine-porte, la peau, que lorsqu'on les dépose dans l'intestin, même en tenant compte des volumes, comme aussi des lenteurs de pénétration ; en second lieu, la protection hépatique est insuffisante pour expliquer ces faits; en troisième lieu, les accidents sont plus rapides, les lésions varient, quand ces toxines arrivent au foie après avoir traversé un intestin dépourvu de sa couche interne, fait qui indique qu'il n'y a pas là simplement un passage devenu plus aisé par suite d'une diminution d'épaisseur; en quatrième lieu, on vaccine assez facilement, à la condition d'observer une technique spéciale, en injectant les principes bacillaires par la peau, la veine-porte, la veine périphérique, ou en utilisant le sérum de sujets qui, peu auparavant, ont reçu ces principes par ces voies; on vaccine, au contraire, rarement, plus difficilement, en déposant les produits bactériens dans l'intestin ou en se servant du sang des lapins qui ont ingéré ces produits; on est donc conduit à penser que ces éléments, au contact de la couche interne, follicules clos, surtout épithélium, se modifient physiologiquement.

Ces derniers résultats, en raison de la faible dose nécessaire pour accroître la résistance, d'après le Professeur Bouchard, ne sont pas en faveur de l'opinion soutenue pour l'abrine et la ricine, du moins en faveur de l'application de cette opinion aux travaux de Charrin et Cassin. Il n'est pas facile d'admettre, pour ces composés pyocyaniques, dont, il est vrai, certaines parties filtrent mal, qu'il s'agit uniquement d'une simple lenteur dans l'osmose; on devrait alors immuniser plus énergiquement; il suffirait d'attendre durant quelques heures, quelques jours.

Dans le mécanisme intime de ces phénomènes, divers processus peuvent intervenir : dialyse, modifications, rétention, fixation, combinaison des procédés; en tout cas, la couche interne de l'intestin exerce vis-à-vis de certains poisons microbiens une protection active, en dehors de son rôle passif, anatomique; elle cède, à l'eau de macération ou d'infusion, des éléments qui, introduits préventivement, atténuent les accidents causés par l'injection du contenu de l'iléon.

La voie digestive est la route naturellement suivie par une foule de toxiques; l'étendue de son épithélium est considérable; le péristaltisme place ces toxiques en présence des zones successives de sa muqueuse, considérations qui toutes font concevoir l'importance de cette propriété défensive. Il faut, à ce titre, considérer ces cellules intestinales comme des cellules glandulaires, physiologiques, comme celles du foie, par exemple; leur dégénérescence, suivant Klemperer, leur nécrose ont, en matière de pathologie, de graves conséquences.

Le séjour des toxines, au contact de cet intestin lavé avec soin, ou même non lavé, peut les modifier. — Dans ces conditions, les parties spécifiques, vaccinantes ou morbifiques, demeurent parfois plus ou moins longtemps dans la couche interne; de fait, on vaccine partiellement en injectant les produits de la muqueuse, associés ou non au contenu de l'iléon, le troisième jour après l'introduction des toxines.

Quelques-uns de ces effets dépendent des lenteurs de la dialyse, de la nature colloïde des éléments qui, par suite de leur composition, se trouvent retenus, peu de temps, il est vrai; ils dépendent aussi, d'après l'expérience, des changements opérés, changements rappelant les processus de la physiologie : cette muqueuse agit sur les albumines bactériennes, comme elle agit sur les protéines alimentaires, qui, peptones en deçà, ne le sont plus au delà.

En somme, le foie intervient pour modifier les

poisons bacillaires solubles dans l'alcool, plus ou moins alcaloïdiques; l'intestin, de son côté, exerce son action sur les principes microbiens albuminosiques, plus ou moins colloïdes.

Cette fonction est d'autant plus importante que les toxiques nés dans le tube digestif, ainsi que l'a établi le Professeur Bouchard, hâtent l'évolution des pyogènes.

Il en résulte que cet épithélium protège l'économie, soit en transformant les sécrétions des agents pathogènes, qui fonctionnent dans l'iléon, soit en métamorphosant les substances nuisibles issues de la vie des ferments putrides, substances qui, résorbées sans avoir subi de modifications, pourraient faire naître une affection d'ordre infectieux. — Peut-être même cet épithélium est-il capable, par ses produits, d'avoir une action sur des composés empruntés au monde extérieur, comme il en a sur la toxicité du contenu intestinal. — En tout cas, ces observations nouvelles mettent en lumière, une fois encore, et les obstacles que rencontrent, au niveau des portes d'entrée, les ennemis de l'organisme, et la portée des processus anti-toxiques, processus dont l'histoire est si récente.

VI

Il semble que la nature se complaise à combattre les phénomènes qu'elle fait naître; il semble que de nombreuses cellules soient capables d'engendrer les effets les plus opposés. — Le globule blanc renferme un principe favorable à la coagulation, placé tout près d'un élément qui s'y oppose ; le pancréas occasionne l'augmentation du glycose aussi bien que sa destruction; les centres nerveux accélèrent le cœur ou le ralentissent, provoquent le péristaltisme ou l'anti-péristaltisme; la réaction du noyau, tant au point de vue chimique qu'au point de vue électrique, n'est pas celle de la périphérie du protoplasma, etc., etc.

Il serait aisé de développer ces idées, conformes à des conceptions que j'ai plus d'une fois entendu dérouler par le professeur Bouchard.

Or, en dernière analyse, à quoi se réduisent les processus morbides, pour la plupart du moins, si ce n'est à des actions toxiques? — Prenez les affections du rein, du foie, du cœur, prenez les diathèses, les infections, à fortiori les intoxications externes, à l'exemple de celles qui sont attribuables au phosphore, au mercure, etc. : quels sont les principaux agents qui interviennent à titre de générateurs de symptômes, de lésions, sinon des poisons insuffisamment éliminés, transformés, oxydés, sinon des poisons dérivés de la vie de nos propres cellules, troublées dans leur nutrition, ou issus de l'évolution des cellules parasitaires !

Puisque tous ces désordres conduisent à la création de ces perturbations toxiques, puisque l'économie modifiée fait apparaître des accidents de cet ordre, on ne doit pas, en vertu des données acquises, se montrer surpris de déceler l'existence de fonctions opposées, de défenses anti-toxiques.

A peine soupçonnées, il y a peu d'années, ces défenses prennent chaque jour une place plus importante. — Déjà, nous pouvons proclamer que les humeurs normales, plus encore celles des sujets rendus réfractaires aux virus, concourent à assurer ce genre de protection; déjà, nous pouvons affirmer que des viscères, que des organes se font les auxiliaires de ces humeurs.

A l'état physiologique, ces fonctions anti-toxiques existent ; toutefois, aux approches du danger, quand les cellules ont engendré des poisons abondants, des corps particulièrement actifs, alors, conformément aux lois générales, ces mêmes cellules perfectionnent les moyens propres à détruire les éléments nuisibles.

Les travaux de l'heure présente, en permettant d'édifier sur les bases solides de l'expérimentation les notions de toxicité, en révélant l'étendue, la portée des mécanismes des intoxications, des auto-intoxications, des empoisonnements de provenance bactérienne, ces travaux devaient nous amener soit à découvrir ces humeurs, ces organes anti-toxiques, soit à pénétrer plus avant dans leur fonctionnement.

Dr A. Charrin.

Professeur agrégé. Médecin des hôpitaux,
Assistant au Collège de France.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

APPLICATION DES COURANTS TRIPHASÉS DANS LES SUCRERIES ET RAFFINERIES — APPAREIL COMMODE POUR MESURER LA DENSITÉ DES LIQUIDES

Après s'être introduite dans les usines et les centres industriels pour subvenir à l'éclairage, l'électricité continue de s'y répandre sous une autre forme pour y transporter et y distribuer l'énergie motrice. Les raffineries de sucre et les sucreries agricoles se prêtent très bien à ce genre d'application, surtout depuis que les progrès des dernières années nous ont dotés de moteurs électriques aussi robustes et aussi simples que sont les moteurs à courants polyphasés.

En France, c'est la Compagnie de Fives-Lille qui s'est fait une spécialité d'introduire ces moteurs chez les sucriers et raffineurs. Par la place importante qu'elle occupe dans l'industrie sucrière, ce rôle lui fut tout désigné. Comme pour toute chose nouvelle, il fallait d'abord vaincre la méfiance des intéressés par les qualités remarquables du nouveau système. Aujourd'hui la preuve est entièrement fournie, puisque, à l'heure actuelle, la grande Sucrerie Centrale d'Abbeville, la Raffinerie de MM. Lebaudy frères, celle de MM. Sommier et Cie, et, enfin la Raffinerie russe de Saint-Pétersbourg, toutes pourvues de moteurs polyphasés, permettent de juger les grands avantages de ces courants. Nous allons exposer succinctement ces avantages, surtout au point de vue spécial des raffineries et sucreries.

On sait que les courants alternatifs varient, en général, suivant une loi très simple, qu'on peut représenter graphiquement par une courbe sinusoïdale. Les courants polyphasés sont des courants alternatifs du même nombre de périodes, mais dont les phases, — par conséquent, les points nuls, ou ceux des valeurs maxima, — ne coïncident pas. On dit qu'ils sont *déphasés* l'un par rapport à l'autre. Dans la plupart des cas de la pratique, on n'emploie guère que des courants dont le déphasage est symétrique. Ainsi on arrive soit aux courants dont la différence de phase est juste un quart de période, soit à ceux qui offrent une différence d'un tiers de période, etc. Ce déphasage est produit par la disposition des bobines dans l'induit des dynamos à courants alternatifs qui servent de génératrices. Les alternateurs Gramme-Jablochkoff de 1878 fournissaient déjà des courants polyphasés, dont chacun était destiné à alimenter une bougie. Il est remarquable qu'un an après, en 1879, un électricien anglais, M. Baily, ait présenté à la *Société de Physique de Londres* le modèle d'un moteur diphasé qu'il faisait fonctionner au moyen de courants déphasés, obtenus par un commutateur intercalé dans le circuit d'une batterie de piles. Si, au lieu de son ingénieux commutateur, il se fût servi de l'alternateur Gramme-Jablochkoff, on aurait peut-être attaché plus d'importance à son invention, laquelle fut réinventée neuf ans plus tard par MM. Ferraris, Borel, Teslà et une foule d'autres électriciens.

Le grand avantage qui a assuré le succès rapide des courants polyphasés provient de leur propriété de permettre la réalisation d'un champ magnétique tournant. En combinant convenablement, sur une carcasse enroulée, les circuits de ces courants, on obtient, sans mouvement mécanique, le déplacement uniforme et continu des pôles magnétiques sur la carcasse. On utilise ce déplacement magnétique pour produire une rotation mécanique, et c'est justement cette application qui sert de principe à la construction des moteurs polyphasés. Ces derniers deviennent par là d'une simplicité très remarquable. En effet, il n'y a aucune liaison visible entre leur induit ou partie tournante et leur inducteur ou partie fixe, qui constitue précisément la carcasse enroulée dont nous venons de parler. L'induit est constitué par un noyau en tôle de fer doux, traversé de part en part par une série de barres de cuivre réunies de chaque côté au noyau d'une bague de cuivre. On appelle cela une *cage d'écureuil* noyée dans la masse de fer du moyeu. Le champ tournant induit des courants alternatifs dans les barres de l'induit et agit en même temps sur ces courants, en produisant un effort qui dépend, d'un côté, de l'intensité du champ et, d'autre part, de l'intensité des courants induits. Comme aspect, la partie mobile forme une sorte de poulie composée d'une certaine façon et calée sur l'arbre du moteur.

Ne possédant ni balais, ni collecteur, ces moteurs diffèrent complètement des électromoteurs à courant continu et sont exempts de tous les ennuis que le réglage et l'usure des balais et lames de collecteur, la production d'étincelles, etc., peuvent occasionner. La surveillance qu'ils exigent est réduite ainsi au minimum. De plus, ils peuvent être construits, à peu de chose près, avec le même rendement que les moteurs à courants continus et peuvent posséder un couple de démarrage aussi puissant qu'on le désire. En consentant à une légère perte de rendement, on peut les dimensionner jusqu'à 25 chevaux de façon à démarrer sous pleine charge sans rhéostat de démarrage, le courant de démarrage ne dépassant pas trois fois celui du régime. Pour les moteurs plus puissants, il est préférable d'employer des rhéostats liquides ou métalliques de démarrage, intercalés de préférence dans l'induit, afin d'éviter un trop brusque appel de courant sur les génératrices. En effet, avec l'emploi du rhéostat, le courant de démarrage n'a pas besoin de dépasser celui du régime.

Voilà en quelques mots les particularités de ces moteurs. Nous n'avons qu'à ajouter que ces particularités sont communes à tous les moteurs polyphasés. Pourtant on préfère surtout les moteurs à courants triphasés, car ces derniers permettent la réalisation d'un champ tournant plus uniforme que les courants diphasés, tout en restant moins compliqués que les courants tétraphasés, etc.

Parmi toutes les applications que ces moteurs peuvent rencontrer dans l'industrie sucrière, l'application aux turbines à sucre (turbines centrifuges) est la plus intéressante. En effet, ces turbines marchent à des vitesses qui atteignent souvent 50 mètres à la circonférence et se chiffrent par des nombres de tours compris entre 600 et 1500 par minute. Dans ces conditions il est tout indiqué de caler un moteur électrique directement sur l'arbre de cet outil, d'autant plus que l'emploi de courroie provoque forcément des efforts latéraux sur l'arbre. Ces efforts tendent à faire incliner la masse équilibrée, dont le fonctionnement ressemble complètement à celui d'une toupie. De là des frottements inutiles, des détentes de la courroie qui empêchent le plus souvent d'atteindre les vitesses voulues, et un rendement très peu élevé. A cause de ces inconvénients on a essayé depuis longtemps d'employer des électromoteurs ; mais, avec les courants continus, on s'est heurté toujours aux difficultés d'empêcher la formation de fortes étincelles au collecteur, d'abord au moment des démarrages qui, avec les turbines, sont forcément très fréquents (quatre à six et même dix

fois par heure) et, ensuite, chaque fois, ou, par mauvaise répartition de la masse à dessécher ou pour n'importe quelles autres causes, un ballottement de l'arbre se produit.

Les moteurs triphasés, dépourvus de balais et collecteurs, n'offrent pas ces graves inconvénients. Aussi, dès qu'on est arrivé à démontrer *de visu* que, contrairement à une fausse légende, prétendant que les moteurs polyphasés ne peuvent pas démarrer à moins d'avoir un mauvais rendement, ces moteurs démarrent parfaitement bien, aussi bien que ceux à courants continus, les demandes de ces applications se sont multipliées. C'est ainsi que la Raffinerie de MM. Lebaudy frères, après avoir commencé avec une génératrice de 100 chevaux actionnant quelques turbines Adant pour faire des plaquettes de sucre, de même qu'une casserie et quelques lingoteuses, s'est décidée à centraliser complètement la production de force dans ses usines. La station centrale, montée à cet effet, comprend au début trois génératrices triphasées de 200 kilowatts, d'une tension de 190 volts entre deux conducteurs à la vitesse de 375 tours par minute. Ces dynamos sont accouplées directement à des machines Willans, auxquelles elles sont réunies par des bases communes en fonte et au moyen d'accouplements rigides. Cette station étant séparée de l'usine de la rue de Flandre par la rue de Tanger, on fut obligé de placer les conducteurs dans un tunnel sous la voie publique. Ils aboutissent à un tableau secondaire dans la Raffinerie, sur lequel sont branchés les circuits de douze turbines Adant, absorbant 15 chevaux chacune à la vitesse normale de 700 tours par minute, ainsi que les moteurs de plusieurs pompes et d'une centaine de casseuses et de lingoteuses.

Une application surtout intéressante au point de vue électrique est celle que la Compagnie de Fives-Lille a faite de ses moteurs triphasés aux turbines du système Huebner. Ces turbines, d'un emploi de plus en plus fréquent, permettent la production des plaquettes de sucre directement de la masse cuite amenée dans l'appareil. Leur fonctionnement exige la possibilité de pouvoir leur communiquer deux vitesses bien distinctes, celle de 500 et celle de 1000 tours, par exemple. Des moteurs triphasés à cage d'écureuil opposent quelques difficultés à la réalisation d'un tel écart de vitesses. En effet, il faudrait pouvoir ou bien doubler leur nombre de pôles, ou bien les alimenter à volonté par des courants de 25 et de 50 périodes par seconde. On s'est décidé à recourir à cette deuxième solution plus simple, quoique plus onéreuse, car elle nécessite deux génératrices et deux canalisations électriques. On connecte d'abord le moteur sur le circuit de 25 périodes. Le démarrage se fait très vite, malgré la grande masse de plusieurs tonnes à mettre en mouvement et au bout d'une minute l'arbre atteint la vitesse de 500 tours. Après un régime de plusieurs minutes à cette vitesse, on ouvre le circuit du moteur et on le ferme sur le réseau de 50 périodes. Immédiatement le moteur s'accélère. En réalité un deuxième démarrage se produit et au bout, d'une demi-minute, le moteur marche à 1000 tours. Vers la fin de l'opération, au moment du clairçage, on procède en sens contraire. En effet, on ferme brusquement le moteur lancé à 1000 tours, sur le réseau de 25 périodes. Cela équivaut à l'emploi d'un frein d'une puissance inouïe. En quelques secondes à peine, et en faisant entendre un léger ronflement dans ses noyaux, le moteur baisse de vitesse de 1000 à 500 tours. On repart ensuite de nouveau à 1000 tours, pour s'arrêter enfin d'une façon complète. L'arrêt se produit en ouvrant le circuit et en appliquant un frein mécanique à la main. — Ce système fonctionne depuis plusieurs mois à la Raffinerie Sommier, ainsi qu'à la Sucrerie d'Abbeville.

Il y a bien d'autres problèmes intéressants dont ces moteurs facilitent la résolution d'une façon simple et économique, aussi bien dans les raffineries que dans les sucreries. Les moulins à cannes, les machines à couper les betteraves, les pompes centrifuges, les élévateurs de masse cuite et autres sont autant d'appareils qui, avec des courroies, mangent plus d'énergie que celle nécessaire et deviennent inutilement encombrants. Il y a dans les sucreries actuelles, de plus, souvent des machines à vapeur disséminées dans différents coins de l'usine, auxquelles la vapeur est amenée de la chaufferie dans des conditions de rendement déplorables. On évalue à 15,000 francs par an la perte en charbon par campagne sucrière que représente dans une sucrerie moyenne la perte, par rayonnement de chaleur, qu'occasionne la vapeur ainsi promenée à travers toute l'usine. Si l'on ajoute à cela qu'il est très commode de se rendre compte continuellement au moyen d'appareils enregistreurs, — réunis, s'il le faut, dans la même enceinte, — de la consommation d'énergie électrique de chaque moteur, on ne peut que souhaiter que le développement pris par la distribution d'énergie électrique dans les usines augmente rapidement.

Désiré Korda,
Ingénieur-électricien
de la Compagnie de Fives-Lille.

Le densimètre de M. Bouffall, que la *Revue* a décrit dans son dernier numéro, me semble très ingénieux, mais un peu compliqué. En voici un qui est très simple, d'une construction facile, d'un entretien et d'un usage très commodes.

Soit un tube ABCDE (fig. 1), recourbé trois fois en forme d'un M renversé; les quatre branches verticales portent chacune une échelle divisée en centimètres et millimètres, à zéro commun pour que les divisions se correspondent. Les deux grandes branches AB, DE, sont ouvertes et terminées en entonnoir. L'appareil fonctionne de la façon suivante :

On verse en A de l'eau distillée, en ayant soin de ne pas dépasser la courbure C; on verse en E le liquide dont on veut chercher la densité, de manière que, dans les deux branches, les deux niveaux, séparés par de l'air, soient sur la même horizontale, c'est-à-dire correspondent à la même division (au zéro, par exemple).

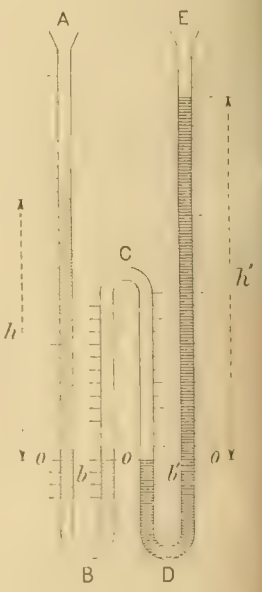


Fig. 1.

Soient d et d' les densités des deux liquides, h et h' les hauteurs des deux liquides au-dessus des niveaux en b et b'; la densité cherchée $d' = \frac{h}{h'}$.

En effet, les deux niveaux, en b et b', étant sur le même plan horizontal, supportent des pressions égales sur des surfaces égales. Sur un centimètre carré de surface, les pressions égales en b et b' sont :

$$H + dh \quad \text{et} \quad H + d'h',$$

H étant la pression atmosphérique. Donc :

$$dh = d'h'$$

$$d' = d\,\frac{h}{h'}$$

Mais ici $d = 1$; on a donc finalement :

$$d' = \frac{h}{h'}.$$

J.-B. Piéri,
Docteur ès sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Faye (H.), *Membre de l'Académie des Sciences.* — **Sur l'Origine du Monde. Théories cosmogoniques des Anciens et des Modernes.** — *1 vol. in-8° de 316 pages avec 38 figures. (Prix : 6 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1896.

M. Faye vient de publier l'édition définitive de son ouvrage sur l'origine du monde. L'auteur commence par exposer les idées des Anciens sur la création et la structure de l'Univers en passant par Moïse, Platon, Aristote, Cicéron, Lucrèce, Virgile et Ovide. Les hypothèses cosmogoniques des Modernes : Descartes, Newton, Kant et Laplace constituent la troisième partie de l'ouvrage. M. Faye insiste sur ce point que Kant a pressenti la possibilité des satellites à mouvement rétrograde dans les régions planétaires, et met bien en évidence les points faibles de la théorie de Laplace, dont l'exposé a été un peu modifié dans cette nouvelle édition.

La quatrième partie renferme un chapitre consacré à la structure de l'Univers et à une classification des mondes, présentant un caractère de grande originalité; l'auteur a ajouté, dans la nouvelle édition, un paragraphe relatif aux mouvements propres des étoiles. Le chapitre XIII constitue la partie principale de l'ouvrage, car il contient l'exposé des idées de M. Faye. L'auteur résume comme suit l'origine de la formation des mondes :

« A l'origine, l'Univers se réduisait à un chaos général excessivement rare, formé de tous les éléments de la chimie terrestre, plus ou moins mêlés et confondus. Ces matériaux, soumis d'ailleurs à leurs attractions mutuelles, étaient, dès le commencement, animés de mouvements divers qui en ont provoqué la séparation en lambeaux ou nuées. Ceux-ci ont conservé une translation rapide et des gyrations intestines plus ou moins lentes. Ces myriades de lambeaux chaotiques ont donné naissance, par voie de condensation progressive, aux divers mondes de l'Univers. »

L'auteur aborde successivement l'étude de la formation d'une étoile isolée, des étoiles doubles, et, enfin, du système solaire.

On connaît le trait caractéristique de l'hypothèse de M. Faye : Suivant que l'anneau nébuleux, en voie de formation, tournera tout d'une pièce ou suivant que les différentes parties qui le constituent circuleront selon les lois de Képler, le sens de la rotation de la planète (et du mouvement de ses satellites) auquel il donnera naissance sera direct ou rétrograde. Il importe, en effet, de remarquer que, dans le premier cas, la vitesse linéaire de l'anneau va en croissant depuis son bord interne jusqu'à son bord externe, et que, dans le second cas, c'est l'inverse qui a lieu. Celui-ci se présentera lorsque l'anneau nébuleux, avant sa rupture, circulera autour d'un centre d'attraction, tel que le Soleil. L'anneau nébuleux tournera tout d'une pièce lorsque sa rotation s'effectuera autour d'un point ne coïncidant pas avec une condensation centrale bien nette.

Si l'on examine ce qui se présente dans le système solaire, on voit que le sens de la révolution des satellites autour de leur planète est direct jusqu'à Uranus, où ce mouvement à lieu à peu près perpendiculairement au plan de l'orbite de la planète, et que le sens de la révolution du satellite de Neptune, la planète la plus éloignée qui nous soit connue, est franchement rétrograde.

On peut, à ce sujet, remarquer que, si l'on se borne aux quatre grosses planètes, l'inclinaison des orbites des satellites présente une progression bien nette :

PLANÈTES	DISTANCE AU SOLEIL	INCLINAISON DU PLAN DES SATELLITES
Jupiter	5.2	2°
Saturne	9.5	28°
Uranus	19.2	98°
Neptune	30.1	145°

M. Faye conclut des considérations exposées plus haut, que toutes les planètes, jusqu'à Saturne y compris, proviennent de la rupture d'anneaux formés au sein de la nébuleuse avant l'existence de la condensation centrale qui devint le Soleil; la formation d'Uranus correspondrait à une période intermédiaire, et celle de Neptune à une époque où l'attraction vers le centre de la nébuleuse primitive était sensiblement en raison inverse du carré de la distance, c'est-à-dire quand le Soleil était déjà formé.

La loi d'attraction dans la nébuleuse aurait donc passé insensiblement de la forme Ar à la forme $\frac{B}{r^2}$, la forme intermédiaire étant $ar + \frac{b}{r^2}$, a décroissant de A jusqu'à 0 et b croissant de 0 à B.

On arrive donc à cette conclusion, assez inattendue, que les planètes intérieures, et la Terre, en particulier, se seraient formées avant le Soleil, ce qui concorderait avec les données de la géologie.

Comme dans les éditions précédentes, l'auteur termine son ouvrage par des considérations philosophiques sur les conditions de la vie dans l'Univers et la fin du monde actuel.

P. Stroobant.

Alheilig, *Ingénieur de la Marine, et* **Roche** (C.), *Ancien ingénieur de la Marine.* — **Traité des Machines à vapeur. T. II.** — *1 vol. gr. in-8 de 560 p. avec 690 fig. de l'Encyclopédie industrielle dirigée par M. Lechalas. (Prix : 18 francs.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1895.

Nous retrouvons, dans le tome II de ce traité, les qualités qui en distinguaient déjà la première partie et qui en font non seulement un ouvrage didactique, mais un guide des plus précieux pour l'ingénieur, entre autres, la clarté de l'exposition, et le souci constant de ne pas sacrifier l'une à l'autre la théorie et la pratique.

L'étude souvent trop négligée des forces d'inertie mises en jeu dans les machines a reçu tout le développement qu'elle comporte. On sait quelle en est l'importance, surtout dans les locomotives et les machines marines, et l'évaluation de ces forces s'impose si l'on veut proportionner convenablement les organes de conduite à l'effort qu'ils auront à supporter. De cette étude découle naturellement celle des volants et des régulateurs, dont les nombreux systèmes sont passés en revue.

Un très long chapitre est consacré à la classification des machines à vapeur. Tous les principaux types sont décrits en détail, depuis la machine à balancier jusqu'à la machine Corliss et ses innombrables dérivées, à un ou plusieurs cylindres successifs, etc... puis certains moteurs curieux, tels que la machine Brown avec

son grand cylindre annulaire, et ses pistons et tiroirs à nombreux segments ; les machines à allure rapide Brotherhood, West, Newald, Grafton, etc.

Nous signalerons en particulier les paragraphes où les auteurs remettent en lumière un genre de machines que des insuccès réitérés ont peut-être un peu trop fait dédaigner depuis quelques années : nous voulons parler des machines rotatives. Si les moteurs à expansion n'ont pas donné tout ce que l'ingéniosité des inventeurs en avait fait d'abord espérer, les avantages résultant de la supériorité de leur principe sur celui des machines à mouvement alternatif sont assez sérieux pour que la poursuite d'une solution pratique ne soit pas abandonnée. La perpétuelle tendance à accroître la vitesse rend même de jour en jour plus précieuses la continuité du mouvement, l'absence de forces d'inertie variables et complexes, et par suite de chocs et de trépidations. L'usure des pièces frottantes et une consommation exagérée résultant de fuites difficiles à supprimer sont-elles des vices inéluctables? Sans doute, depuis Bramah, les moteurs Behrens, Brown, et le moteur Tower, à joint universel, si remarquable par son principe géométrique, ne semblent pas avoir fait beaucoup progresser la question. Mais, d'autre part, les moteurs à réaction, dans lesquels la vapeur cède à la paroi qu'elle rencontre la force vive qu'elle a prise en s'échappant, l'ont fait entrer dans une phase toute nouvelle. Le turbo-moteur Parsons, la turbine Dow, et surtout la turbine Laval, marquent un progrès considérable dans la voie de la simplification des mécanismes et de l'utilisation rationnelle de la vapeur, en même temps qu'ils se rapprochent, au point de vue économique, des conditions indispensables de la pratique.

Les machines marines font l'objet d'un chapitre spécial. La variété et la complexité de leurs organes, conséquences de la puissance et des conditions toutes particulières de fonctionnement qui sont exigées d'elles, demandent en effet une étude approfondie et détaillée à laquelle les auteurs étaient spécialement aptes. Une esquisse de la théorie de la propulsion sous ses formes variées, roues, hélices, touages divers, etc., termine ce chapitre.

Les moteurs à gaz ont pris dans ces dernières années une extension qui les fait rentrer naturellement dans le cadre de cet ouvrage. Ils y occupent, à côté des machines à vapeur, la place qu'ils méritent par leurs succès. De leur côté, les moteurs à air chaud, bien que n'ayant pas encore reçu la consécration de la pratique, malgré les efforts des derniers inventeurs Benier et Brown, n'ont pas été oubliés.

Les deux derniers chapitres offrent un intérêt exclusivement pratique, mais d'autant plus grand qu'ils traitent de matières généralement passées sous silence dans les ouvrages similaires : le graissage, la confection des joints et des presse-étoupes, des conseils et des renseignements de toute sorte sur les mille précautions qu'exige le bon fonctionnement des machines, sur leur montage et leur exécution à l'atelier ; puis, sur les essais, sur l'évaluation de la puissance et du rendement tant des moteurs à gaz que des machines à vapeur. Enfin, dans un dernier chapitre, les auteurs ont réuni les notions les plus utiles sur la forme et la passation des marchés, et des données sur le prix de revient d'une installation de machine, sur l'amortissement et les frais d'entretien, sur le prix de revient des constructions non seulement en France, mais en Angleterre et en Allemagne. Aujourd'hui, il ne suffit plus en effet de prévoir la concurrence locale ; c'est sur tous les marchés du monde que s'établit la lutte industrielle.

On voit par cette rapide énumération que MM. Alheilig et Roche n'ont rien négligé de ce qui touchait au vaste sujet qu'ils avaient entrepris, et que leur traité s'adresse aussi bien à l'industriel désireux d'établir ou d'entretenir dans les meilleures conditions possibles la machine nécessaire à son exploitation, qu'à l'ingénieur mécanicien qui est chargé de la créer. Léon Vivet.

2° Sciences physiques.

Béhal (A.), *Professeur agrégé à l'Ecole Supérieure de Pharmacie.* — **Traité de Chimie organique d'après les théories modernes.** (*Avec une préface de M. Ch. Friedel, membre de l'Institut*). *Tome I.* — 1 *vol. in-8° de* 963 *pages, avec* 36 *figures.* (*Prix* : 15 *fr.*). *O. Doin, éditeurs*, 8, *place de l'Odéon, Paris*, 1896.

Très divers sont les aspects sous lesquels peuvent être envisagées les différentes branches du savoir humain. La Chimie, moins que toute autre science, n'échappe à cette loi. Spéculative au premier chef, elle est non moins féconde en applications. C'est ce qui explique la quantité relativement considérable de traités qui se publient sans qu'il y ait jamais double emploi.

Comme son titre l'indique, le traité de M. Béhal est conçu d'après les théories modernes. Il est le résultat d'un enseignement de six années fait bénévolement à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Paris, où l'auteur a eu le mérite d'introduire le premier les idées atomiques.

Chercheur enthousiaste, expérimentateur habile, esprit sagace et fécond en conceptions heureuses et originales, professeur à la parole entraînante, M. Béhal avait l'autorité nécessaire pour entreprendre la publication d'un livre qui résume et condense les faits qui ont constitué la trame de ses leçons. L'œuvre répond d'ailleurs pleinement au but que s'est proposé l'auteur.

Après avoir initié le lecteur aux opérations nécessaires pour isoler et caractériser les principales espèces chimiques, M. Béhal aborde l'étude des lois qui forment la base de la science chimique pour arriver à la détermination de la grandeur moléculaire des corps. Toutes les méthodes physiques et chimiques, anciennes et modernes, sont exposées avec une netteté et une clarté parfaites.

Atomiste convaincu, formé à l'Ecole qui a si puissamment contribué à l'établissement de la doctrine atomique, le savant professeur en continue les traditions et apporte dans son exposé une conviction véritablement communicative. Se bornant à son rôle d'initiateur, par suite des limites assignées à son œuvre, il a garde de faire pénétrer le doute dans l'esprit de ses lecteurs et envisage la théorie atomique comme seule capable, actuellement, de donner une explication rationnelle des phénomènes que nous observons.

Après quelques pages consacrées à la théorie des valences et à celle des radicaux, l'auteur définit les principales fonctions et les groupements atomiques qui caractérisent ces fonctions.

L'isomérie en général et la stéréochimie font ensuite l'objet d'un chapitre très étendu et très détaillé qui se termine par quelques considérations sur la manière dont on arrive à établir la formule de constitution des corps. Après avoir exposé le plan de l'ouvrage, l'auteur entre ensuite dans le cœur de son sujet, et aborde l'étude des corps *acycliques* ou de la *série grasse*, se réservant celle de la *série cyclique* ou *benzénique* pour le second volume.

Il décrit d'abord les corps à fonction simple, en partant des carbures comme fonction de support et en allant des substitutions simples aux substitutions complexes, c'est-à-dire en étudiant d'abord les fonctions halogénées, puis les fonctions alcool, aldéhyde, acide, amine, amide, etc.

A ces corps succèdent ceux à fonctions dérivées, éthers-oxydes, éthers, sels, etc.

Viennent ensuite les associations de fonctions ou fonctions complexes qui sont traitées dans le même ordre que les fonctions simples :

Corps renfermant une fonction alcool et des fonctions carbure non saturé; Corps renfermant plusieurs fonctions alcools.

Corps à fonction aldéhyde et à fonction carbure non saturé;

Corps à fonction aldéhyde et à fonction alcool;

Corps renfermant plusieurs fonctions aldéhydiques.

Ordre rationnel et permettant au lecteur de s'initier

peu à peu aux difficultés qui se présentent à mesure qu'il poursuit son étude.

Il est superflu d'ajouter qu'aux mérites déjà signalés le traité de M. Béhal joint celui d'être écrit dans une langue claire, concise et de se trouver au courant de toutes les découvertes de quelque importance.

L'œuvre, nous ne saurions trop le répéter, répond à son but. Tout en étant doctrinal, qualité nécessaire quand un livre s'adresse à des débutants, il ne l'est cependant pas assez pour ne pas être suggestif.

Ce beau traité, édité avec un certain luxe, marque donc une étape dans la science chimique, et tout en instruisant le lecteur, il éveillera en lui la curiosité et l'incitera à pénétrer plus en avant dans l'étude des combinaisons organiques. A. Haller.

Ahrens (F. B.), *Professeur à l'Université de Breslau.* — **Die Metallcarbide und ihre Verwendung.** *Erster Heft der* **Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vortræge.** — 1 *broch. in-8° de 46 pages avec 5 figures. (Prix : 1 fr. 25.) Ferdinand Enke, éditeur. Stuttgart,* 1896.

Les progrès toujours croissants qui se manifestent dans les différents domaines de la Chimie se montrent à nos yeux par le grand nombre de journaux spéciaux qui paraissent aujourd'hui. Chaque branche de la chimie a son organe particulier, et il est devenu impossible de se tenir au courant de tous les faits nouveaux de cette science. Le chimiste qui a mis son savoir au service de la pratique ne peut plus suivre les progrès de la science pure ; celui qui, au contraire, s'est voué aux recherches exclusivement scientifiques, connaît trop peu ce qui est du domaine de l'application, et dont il pourrait souvent tirer grand profit.

Le *Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge*, dont nous désirons signaler ici l'apparition, s'est proposé de remédier à cet état de choses en publiant chaque mois de courts fascicules, rédigés par des savants autorisés, et donnant le résumé de toutes nos connaissances sur un sujet à l'ordre du jour, tantôt de nature théorique et scientifique, tantôt de nature technique et pratique.

Le *Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge*, qui est publié sous la direction du Pr F.-B. Ahrens, s'est acquis dès maintenant le concours de nombreux savants : MM. Bamberger, von Buchka, Gattermann, Hantzsch, Ladenburg, Liebermann, Lunge, V. Meyer, Steger, Wislicenus et d'autres. Nous ne doutons pas qu'il ne marche avec succès dans la voie qu'il s'est tracée.

Le premier fascicule, dû au Pr Ahrens, est consacré aux carbures métalliques et à leurs emplois; il est au courant des dernières recherches. Nous signalerons particulièrement les chapitres qui ont trait au carbure de calcium (avec son application à la production de l'acétylène) et au carbure de silicium ou carborundum.

Louis Brunet.

3° Sciences naturelles.

Lacroix (Alfred). — **Minéralogie de la France et de ses colonies. Description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements.** T. I, *deuxième partie. — Un vol. in-8° de 420 pages, avec figures. (Prix : 15 fr.) Baudry et Cie,* 15, *rue des Saints-Pères, Paris,* 1895.

Le présent fascicule termine le premier volume et comprend la description des espèces suivantes : groupe des micas, groupe des clintonites, groupe des chlorites, groupe de l'antigorite (serpentines, nouméite, etc.), talc, magnésite, groupe de la kaolinite, groupe de la mélilite, groupe de la néphéline, sodalite, noséane, haüyne, cordiérite, pérowskite, groupe des pyroxènes, groupe des amphiboles.

Nous prions le lecteur de se reporter à ce qui a été dit de l'ouvrage de M. Lacroix, au tome IV de cette *Revue*, 1893, p. 149. L. Bourgeois.

Léger (L.J.), *Chef des Travaux botaniques à la Faculté des Sciences de Caen.* — **Recherches sur l'Appareil végétatif des Papavéracées.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-4° de 430 pages avec 37 fig. et 10 planches hors texte. Imprimerie Lanier,* 1, *rue Guillaume-le-Conquérant. Caen,* 1896.

La famille des Papavéracées, telle que l'a établie A.-L. de Jussieu, comprend deux termes, très différenciés, en apparence, par la morphologie florale, et dont les affinités ont été très discutées. Les types extrêmes y sont, en effet, très dissemblables; mais ils sont reliés par une série d'intermédiaires. Pour déterminer dans quelle mesure la réunion des Fumariées et des Papavéracées est justifiée par la structure anatomique, M. Léger a entrepris une monographie anatomique détaillée d'un grand nombre de ces plantes. Beaucoup de travaux anatomiques contemporains se préoccupent trop exclusivement d'un petit nombre des rapports qu'il faut connaître; M. Léger n'en néglige aucun. La première partie de son mémoire est un modèle de description anatomique. Il résume brièvement les innombrables détails consignés dans cette série d'études monographiques, pour aborder, dans une deuxième partie, l'examen du système laticifère des Papavéracées. Des laticifères existent chez toutes ces plantes: mais ils y présentent de grandes variations. Très évidents chez les unes, ils ont longtemps échappé à l'observation dans les différents termes de la tribu des Fumariées où M. Léger a démontré leur existence constante. Leur répartition et leur structure sont variables; le latex lui-même se différencie parallèlement avec l'appareil qui le contient.

L'auteur conclut de ses recherches que la famille des Papavéracées, entendue dans le sens large, constitue un groupe par enchaînement où les types extrêmes sont profondément différents les uns des autres et entre lesquels il existe un grand nombre de termes de passage. L'anatomie marque même une gradation bien plus marquée que la morphologie florale. Avec l'anatomie, la division en deux termes secondaires s'efface, pour faire place à plusieurs groupes d'égale importance, à peu près, et également caractérisés. Il serait trop long de reproduire et impossible de condenser cette partie des conclusions générales de l'auteur. Nous nous contenterons de relever qu'aucun genre de cette famille ne résume tous les caractères des autres et ne représente ce qu'on peut appeler le type de la famille; nous aimons à reconnaître, en finissant, que le travail de M. Léger est de ceux dont on devra tenir le plus grand compte chaque fois qu'il sera question, à un point de vue quelconque, de la famille des Papavéracées.

Cette étude fait honneur à son auteur et à la Faculté des Sciences de Caen. On constate avec plaisir que d'excellents travaux sortent, toujours plus nombreux, des Facultés de province. C. Flahault.

Simon (E.), *ancien Président des Sociétés Entomologique et Zoologique de France.* — **Histoire naturelle des Araignées,** 2e *édition. Tome I (en 4 fascicules). — 1 vol. gr. in-8° de 1084 pages avec 1098 figures. (Prix : 24 francs). L. Mulo, libraire-éditeur,* 12, *rue Hautefeuille, Paris,* 1892-1896.

La première édition de cet ouvrage date de plus de vingt ans, et, depuis cette époque, nos connaissances sur les Araignées ont fait d'immenses progrès, grâce aux travaux de MM. L. Koch, T. Thorell, O. P. Cambridge, E. Keyserling, Bertkau, et surtout d'E. Simon, dont on connaît la magnifique publication sur les Araignées de la Faune française. Cette seconde édition n'a donc guère de commun avec la première que le titre et la disposition générale.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties : 1° Anatomie et morphologie extérieures; 2° Classification, histoire des familles et des genres ; 3° Biologie ; 4° Distribution géographique. Le seul volume paru

jusqu'à présent renferme seulement la première partie et les deux tiers environ de la seconde ; il faut espérer que l'apparition du second volume ne tardera pas trop.

L'Anatomie extérieure ne renferme rien de bien nouveau : c'est une description très soignée et très complète de ce qui se voit extérieurement sur une Araignée, le céphalothorax et l'abdomen avec leurs orifices, les yeux, les chélicères (considérés par Simon comme homologues aux antennes des Insectes et des Crustacés), les pattes-mâchoires, les pattes ambulatoires avec leurs organes lyriformes (organes sensoriels dont le rôle est mal connu), les filières, le cribellum et le calamistrum, qui servent à la fabrication des fils calamistrés destinés plus spécialement à retenir la proie, les organes copulateurs des mâles, fixés comme on sait sur le dernier article de la patte-mâchoire, l'orifice génital femelle, les organes stridulatoires qui existent chez quelques Araignées, les poils, et enfin les modifications que les mues successives peuvent apporter dans la forme et les caractères des Araignées.

Comme on voit, cette partie anatomique ne porte que sur les caractères extérieurs, les seuls utilisés dans la classification et la détermination des Araignées ; dans la pensée de l'auteur, ce chapitre est destiné à mettre au courant des termes employés dans la description, et, en même temps, à donner une idée précise des modifications des caractères extérieurs. Il est suivi d'un vocabulaire franco-latin qui le résume.

La seconde partie, de beaucoup la plus importante, mais encore inachevée, est consacrée à la description des familles et des genres ; aucun ouvrage complet n'a paru sur ce sujet depuis l'époque éloignée de la première édition, et les essais de classification qui ont été proposés par Thorell et Bertkau n'ont eu pour base que des faunes restreintes. M. Simon propose une nouvelle classification générale, pour laquelle il a utilisé les nombreux matériaux recueillis dans la faune de la France, de la région méditerranéenne, du Venezuela, des îles Philippines et de l'île de Ceylan, où il a entrepris des voyages pour étudier sur place les divers types d'Arachnides et se rendre compte de leurs affinités.

L'ordre des Araignées se divise naturellement en deux sous-ordres renfermant quarante et une familles :

1° Le premier sous-ordre, celui des *Araneæ theraphosæ*, renferme toutes les Araignées dont les chélicères sont dirigés en avant, dans l'axe du corps, et dont les hanches des pattes-mâchoires sont dépourvues de lames maxillaires (sauf dans le groupe des *Atypinæ*) ; il y a quatre sacs pulmonaires et généralement quatre filières (deux familles en ont cependant huit ou six). Ce sous-ordre renferme trois familles, dont les espèces les plus connues sont les grandes Mygales (*Avicularia*), et les Araignées maçonnes, qui se creusent un terrier cylindrique fermé par un opercule (*Cteniza*, *Nemesia*).

2° Le second sous-ordre, celui des *Araneæ veræ*, renferme toutes les Araignées dont les chélicères sont dirigés verticalement ou obliquement en bas et dont les hanches des pattes-mâchoires sont pourvues d'une *lame maxillaire* soudée au corps de l'article ; il y a deux stigmates pulmonaires et deux stigmates trachéens (sauf dans le genre *Hypochilus*, qui a quatre sacs pulmonaires comme les Théraphoses), et généralement six filières (rarement quatre ou deux).

Le sous-ordre des *Araneæ veræ*, de beaucoup le plus important, est divisé en deux sections naturelles, basées sur la présence ou l'absence du cribellum et du calamistrum : le *cribellum* est une filière spéciale, placée au-dessous des filières inférieures, dont les produits sont cardés et dévidés par le *calamistrum*, sorte de peigne situé sur le métatarse de la quatrième paire de pattes ; les fils calamistrés, cotonneux et adhérents, sont destinés plus spécialement à retenir la proie, tandis que les fils des filières ordinaires constituent la toile proprement dite.

La première section, celle des *Cribellatæ*, comprend huit familles : parmi les espèces européennes, on peut citer les *Uloborus* (Araignées orbitèles) et les *Amaurobius* (Tubitélaires).

La deuxième section, celle des *Ecribellatæ*, comprend trente familles et un nombre considérable de genres intéressants : parmi ceux étudiés dans ce volume, on peut citer les *Nops* et *Caponia*, les seules Araignées qui n'aient pas de sacs pulmonaires, mais deux paires de trachées ; les singuliers *Pholcus*, qui ressemblent tout à fait aux Faucheurs par leurs longues pattes grêles ; des Araignées chasseresses comme les *Dysdera* et les *Segestria* ; des sédentaires comme les *Linyphia*, les *Theridion*, les *Latrodectes*, dont la morsure est si redoutée en Russie ; les Araignées orbitèles qui construisent une toile régulière comme les Epéires communes (*Araneus*) ; les Latérigrades qui marchent de côté comme les Crabes (*Thomisus*, *Philodromus*) ; enfin une série de genres à abdomen extraordinaire, soit par ses dimensions, comme chez les *Argyrodes*, *Ariamnes* et *Rhomphæa* des tropiques, où il est surélevé en pyramide ou prolongé en longue queue, soit par les longs et forts piquants dont il est muni, comme chez divers *Araneus*, les *Gasteracantha*, *Micrathena*, etc.

Chacune des familles et des sous-familles est décrite longuement, au point de vue de l'organisation extérieure (yeux, chélicères, filières, pattes, etc.), et de ses rapports avec les groupes voisins. Des tableaux dichotomiques en latin, très bien faits, amènent facilement aux sous-familles et aux genres. Pour chaque genre, il y a une diagnose détaillée en latin, puis la synonymie et l'aire géographique. Les très nombreuses figures rendent le texte extrêmement clair. Je me permettrai cependant de signaler une lacune regrettable : pourquoi n'avoir pas fait un tableau dichotomique permettant de trouver immédiatement la famille à laquelle appartient une Araignée quelconque? Par exemple, pour les Araignées écribellatées de la sous-section des Entélégynes, il faut lire et comparer les diagnoses de vingt-quatre familles, alors qu'il aurait été bien plus commode de consulter une table de détermination, analogue à celles des sous-familles et des genres. Cette lacune pourrait être facilement comblée à la fin du volume qui reste à paraître ; je suis sûr que ce tableau rendrait de grands services aux zoologistes désireux d'arriver promptement à la détermination générique d'une Araignée.

L'ouvrage de M. Simon, comme d'ailleurs tous ses travaux arachnologiques, est extrêmement bien fait, très complet et rempli de détails ; il marquera certainement une date pour tous ceux qui s'occupent des Araignées au point de vue de la classification. Les nombreuses figures, presque toutes originales, parfaitement reproduites, accroissent considérablement la valeur de l'ouvrage ; il serait bon d'y ajouter l'indication du grossissement employé, au moins pour les figures d'animaux entiers.

Dans ce premier volume, M. Simon ne parle qu'incidemment des mœurs et de l'industrie des espèces, et seulement lorsque cela intéresse la classification. Il nous promet pour le second volume tout ce qui est connu sur la Biologie des Araignées, comme l'a fait récemment Mac Cook dans son bel ouvrage *American Spiders*. La compétence de l'auteur nous est un sûr garant de l'intérêt de cette partie ; il y a pas mal d'erreurs qui courent sur les Araignées, et que l'on reproduit sans cesse ; il sera facile à M. Simon de les enterrer définitivement ; d'autre part, il est peu de groupes dont les mœurs présentent un intérêt aussi puissant que celles des Araignées. Tous ceux qui s'intéressent à la Biologie sauront gré à M. Simon de presser l'apparition du second volume de son Histoire naturelle.

L. Cuénot.

4° Sciences médicales.

Brault (A.), *Médecin de l'Hôpital Tenon, Chef des Travaux pratiques d'Anatomie pathologique à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Les Artérites. Leur rôle en Pathologie.** — *1 vol. in-18 de 175 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris*, 1896.

L'artérite est l'inflammation des tuniques des artères. Les lésions artérielles sont souvent disséminées sur toute l'étendue de l'arbre artériel; elles ne semblent pas obéir à une loi de répartition absolument fixe. Il y a des combinaisons qui affectent un même type, mais elles ne sont pas d'une façon évidente l'œuvre d'une propagation constante dans un sens donné, du cœur vers la périphérie, par exemple. Cette même variabilité du siège des artérites se retrouve dans le degré de la lésion. Celle-ci peut avoir comme conséquences : l'oblitération du vaisseau, sa dilatation plus ou moins régulière, sa rupture.

Un chapitre est consacré à l'aspect des lésions : plaques molles, jaunes et souples; plaques incrustées et dures, dont la confluence change non seulement la surface interne du vaisseau, mais tout son calibre. M. Brault insiste particulièrement sur l'indépendance de la tunique externe dans ces lésions. Puis en quelques mots, il explique la formation des poches anévrismales. Les caractères microscopiques sont décrits avec soin.

Le premier état de l'artérite, représenté par la plaque transparente, gélatineuse, intéresse uniquement la membrane interne. Ce sont les cellules de l'endartère qui s'hyperplasient. Puis la plaque perd sa translucidité, ses cellules dégénèrent et se chargent à la partie profonde de granulations graisseuses. Enfin elle devient jaunâtre et son centre nécrosé n'est plus formé que de vésicules graisseuses, de détritus cellulaires, d'acides gras. Le foyer athéromateux est ainsi définitivement formé. Plus tard, il s'incruste de sels calcaires. Entourée d'une zone conjonctive homogène, la pustule d'athérome est encore recouverte de cellules normales; mais elle finit par se rompre : le sang l'envahit alors et la fibrine s'y dépose. Durant toutes les phases primitives, l'endartère seul est en jeu; les autres tuniques ne se modifient qu'après lui. Ces modifications consistent dans la disjonction de la lame élastique, quelquefois le dédoublement de cette membrane, puis dans l'infiltration par les leucocytes de la tunique musculaire. Les lésions de la tunique adventice sont contingentes. M. Brault donne deux exemples types des formes d'artérite, l'une bourgeonnante, l'autre ulcéreuse, toutes deux dues à la syphilis.

Les pages ou M. Brault développe le mécanisme suivant lequel se produisent les lésions est d'un intéret extrême. La théorie classique tend à admettre que l'athérome est la conséquence d'une endartérite des artérioles de la tunique adventice. M. Brault, par des arguments d'observation précise combat cette théorie et rapporte la lésion de l'artérite à un processus local né sur la membrane interne même de l'artère intéressée.

Les causes des artérites sont nombreuses.

Aiguës, primitives dans le sens rigoureux du mot, elles sont dues à des maladies infectieuses diverses : rhumatisme articulaire aigu, fièvre typhoïde, grippe, scarlatine, variole.

Chroniques, mais pouvant évoluer d'une façon plus ou moins rapide, elles sont encore causées par des infections (syphilis, impaludisme, plus rarement tuberculose) ou par des intoxications extérieures ou dyscrasiques (saturnisme, goutte, etc.) Une fois altérés les vaisseaux sont le point de départ de troubles variés, souvent peu appréciables, souvent aussi suivis d'accidents redoutables, comme la perforation du vaisseau par ulcération, la dilatation anévrismale, la thrombose ou l'embolie avec leurs conséquences diverses suivant le siège, apoplexie cérébrale, gangrène d'un membre, infarctus viscéraux.

Traitant une question d'une importance primordiale, M. Brault, avec une grande fermeté scientifique, montre les erreurs qu'il faut éviter. Il donne des interprétations qui s'adaptent mieux aux faits qui peuvent aujourd'hui être étudiés dans un détail plus profond. Le livre de M. Brault est rempli de rénovations hardies. On se tromperait en le prenant pour un aide-mémoire simple avec sa provision obligée et ample de notions courantes. M. Brault a fait ici œuvre originale, exposé le juste état de la question et semé des idées, germes féconds de travaux futurs.

Dr A. Létienne.

Von Kahlden (Dr C.), *Professeur à l'Université de Fribourg, et* **Laurent** (Dr O.), *Chargé de cours à l'Université de Bruxelles.* — **Technique microscopique appliquée à l'Anatomie pathologique et à la Bactériologie.** — *Un vol. in-8° de 186 pages.* (*Prix : 5 fr.*). *G. Carré, éditeurs, Paris*, 1896.

Après plusieurs chapitres de technique générale (méthodes de durcissement, de décalcification, d'inclusion, d'injection, de confection des coupes, de coloration), vient la partie spéciale, adaptée particulièrement à l'Anatomie pathologique. C'est alors que le manuel de Kahlden devient réellement ce qu'il veut être, c'est-à-dire pratique pour les anatomo-pathologistes, car ceux-ci y trouveront, pour chaque cas particulier, la méthode à suivre. Veut-on savoir comment on se comportera dans l'examen d'un organe où l'on soupçonne l'existence d'une dégénérescence muqueuse, comment, dans la recherche de tel microbe, de tel parasite, comment dans l'examen du sang, de la peau, etc.; les procédés les meilleurs sont indiqués dans chacune de ces circonstances. Souvent l'auteur a fait le travail, fort utile pour le micrographe, de simplifier des procédés compliqués, tels que celui de Biondi-Haidenheim, faisant ainsi bénéficier le lecteur de son expérience et lui épargnant les lenteurs et les ennuis d'une technique trop minutieuse pour les besoins habituels de l'anatomie pathologique. Malgré cette simplification, qui n'altère en rien l'essence même des procédés, la plupart des paragraphes, mais notamment ceux du sang, de la peau, du système nerveux central suffiraient encore largement à des histologistes de profession, grâce à l'heureuse sélection des méthodes techniques qui y est appliquée.

La seule critique que nous pourrions formuler en est à peine une : Certains procédés, comme par exemple celui du « bleu de métyle » pour la coloration des éléments nerveux, qui sont ici décrits, auraient pu être laissés de côté, étant jusqu'ici d'un emploi très restreint en anatomie pathologique.

Je n'ai nommé jusqu'alors que « l'auteur » ; c'est « les auteurs » qu'il eût fallu dire.

Car M. Laurent n'a pas fait simplement œuvre de traducteur, il a ajouté à l'ouvrage du professeur Kahlden certains documents empruntés surtout, semble-t-il, à la science française, qui enrichissent le livre sans l'encombrer.

Tel est ce manuel technique microscopique, dont l'introduction dans les laboratoires d'Anatomie pathologique de notre pays aura pour heureux effet, sans doute, de faire entrer dans une voie nouvelle la technique souvent surannée et par suite imparfaite de ces laboratoires.

A. Prenant.

Sordes (Dr). *Lauréat de l'Académie de Médecine.* — **Traitement des Endométrites et des Salpingites au début par les vapeurs médicamenteuses.** — (*Communication faite au Congrès gynécologique de Bordeaux*, 1895.) — *1 brochure in-18° de 40 pages.* (*Prix : 1 fr.*). *O. Doin, éditeur, Paris*, 1896.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Mars 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. A. **Mannheim** signale une propriété nouvelle de la surface de l'onde : La droite, qui joint un point m_1 de la surface de l'onde au pied u de la perpendiculaire abaissée du centre o de cette surface sur son plan tangent en m_1 rencontre l'un des plans principaux de la surface de l'onde en un point r ; si e est le pied de la perpendiculaire abaissée de m_1 sur la droite or, on a, quel que soit m_1 :

$$oe \times or = \text{const.}$$

Cette constante est le carré du rayon du cercle de la surface de l'onde, situé dans le plan principal considéré. On en déduit que les pieds des perpendiculaires abaissées du centre d'une surface de l'onde sur les plans tangents à cette surface en un de ses points coniques appartiennent à une circonférence de cercle. — M. **Levavasseur** établit certaines correspondances relatives aux groupes d'opérations et en déduit quelques théorèmes nouveaux. — M. **Aug. Coret** adresse un mémoire intitulé : « Encliquetage à cliquets multiples. » — M. **J. Leflaive** expose en détail l'étude de la stabilité des navires par la méthode des petits modèles ; on peut obtenir ainsi assez rapidement des résultats excellents ; une expérience complète relative à un état de chargement du navire et le tracé des courbes qui résument les résultats n'exigent que dix-huit heures quand deux hommes sont affectés à la conduite des expériences et qu'un dessinateur met, au fur et à mesure, les résultats en courbes.

2° Sciences physiques. — M. **J. Bocuze** adresse un échantillon de fil de platine iridié, d'un centième de millimètre de diamètre. — M. **P. de Heen** envoie une note relative à la transparence communiquée à une lame de tôle par une élévation de température. — M. **Henri Becquerel** a continué l'étude des radiations invisibles émises par les sels d'uranium. 1° Ces radiations, qui déchargent les corps électrisés, donnent avec l'électroscope des variations angulaires des feuilles d'or proportionnelles au temps, de sorte que la vitesse du rapprochement, ou la fraction de degré dont les feuilles d'or se rapprochent en une seconde, peut donner une idée des intensités relatives des radiations actives. Une lamelle de sel d'urane maintenue depuis onze jours à l'obscurité ne donne qu'une faible différence dans l'intensité de l'émission de la même lamelle vivement éclairée au magnésium. 2° La plupart des dissolutions sont transparentes à ces radiations ; la paraffine, la cire le sont aussi ; l'aluminium, l'étain sont assez opaques ; l'air paraît produire une faible absorption. 3° Ces radiations sont réfractées par un prisme de crown. 4° Les substances phosphorescentes autres que les sels d'urane n'émettent pas de radiations persistantes. — M. **Troost** fait remarquer que la blende perd rapidement la faculté d'impressionner les plaques. — M. **Henri Becquerel**, à propos de l'accumulateur de lumière proposé par M. Charles Henry, fait remarquer que l'influence du froid intense sur les radiations lumineuses était connue depuis longtemps. — M. **H. van Heurck** adresse des épreuves de diverses articulations obtenues par les rayons X, dans des conditions déterminées. — M. **A. Gassend** adresse une note sur la photographie à travers les corps opaques et diverses épreuves obtenues avec un tube très peu lumineux. — M. **A. Lafay** donne un moyen permettant de communiquer aux rayons de Röntgen la propriété d'être déviés par l'aimant. — M. **J. R. Rydberg** donne l'explication de l'action mécanique émanant des tubes de Crookes, action mise en évidence par MM. Gossart et Chevalier. L'analyse des faits constatés montre que le phénomène observé est dû à l'influence de la couche d'électricité positive de la surface extérieure du tube sur les ailettes métalliques du radiomètre et n'a rien à faire avec les rayons de Röntgen. — M. **Jean Perrin** établit rigoureusement que les rayons de Röntgen se développent aux points où une matière quelconque arrête les rayons cathodiques. Toute l'importance pratique des tubes à fluorescence verdâtre résulte de la transparence du verre dont ils sont formés. — MM. le prince **Galitzine** et de **Karnojitzky** concluent de quelques expériences que les rayons X se polarisent et par suite qu'ils correspondent à des vibrations transversales. — M. **Georges Meslin** réduit le temps de pose dans les photographies de Röntgen en créant, à l'aide d'un aimant, un champ magnétique perpendiculaire aux rayons cathodiques dans l'intérieur du tube ; on condense ainsi la tache active en face du diaphragme circulaire de façon à faire passer la totalité des rayons primitivement disséminés sur la calotte de verre. — M. **Basilewski** diminue le temps de pose en interposant une feuille de papier fluorescent entre la plaque et l'objet. — MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans** diminuent le temps de pose par le même procédé que M. Meslin. — M. **Piltschikoff** adresse quelques réclamations de priorité au sujet de ses études sur les rayons X. — MM. **Blainard** et **Labesse** ont étudié le pouvoir de résistance au passage des rayons Röntgen de quelques liquides et de quelques substances solides. 1° L'opacité d'une dissolution croît plus rapidement que la concentration. 2° Elle augmente avec les poids atomiques des métalloïdes contenus dans les sels halogénés. 3° Le poids atomique du métal influe dans le même sens. 4° L'opacité des bromures alcalins permet de photographier les lettres sous enveloppe, écrites avec des encres additionnées de bromure de potassium. — MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard** utilisent les rayons X pour distinguer les pierres précieuses des imitations. — M. **Wuillomenet** établit que l'imperméabilité des milieux de l'œil pour les rayons X n'est pas absolue. — M. **J. Thoulet** rend compte des observations océanographiques faites pendant la campagne du Caudan dans le golfe de Gascogne. Les observations ont été des mesures de températures superficielles et profondes de la mer, de densités superficielles, de transparence, de la température de l'air, de l'état hygrométrique, et la récolte d'échantillons de fonds destinés à être analysés. — MM. **P. Schützenberger** et **O. Boudouard** exposent la suite de leurs recherches sur les terres contenues dans les sables monazités et plus particulièrement sur les terres dont les sulfates doubles potassiques sont solubles dans l'eau saturée de sulfate de potassium. Ils ont pu isoler une terre incolore contenant un métal dont le poids atomique est très voisin de 102. — M. **Th. Schlœsing** a continué les dosages d'acide nitrique contenu dans les eaux de la Seine et de ses principaux affluents, afin d'acquérir des notions précises sur le régime nitrique des cours d'eau. Les rivières, dans tout le bassin de la Seine, ont des régimes nitriques semblables et présentent en même temps leurs plus hauts titres, après qu'un abaissement prolongé de la température a suspendu la végétation aquatique et supprimé les apports d'eaux de ruissellement. Il est donc possible de choisir le moment et le lieu des prises d'eau pour analyse, de manière à déterminer d'emblée, pour une rivière quel-

conque, le titre maximum qui lui est propre, lequel n'est autre que le titre moyen des eaux souterraines de son bassin. — M. **Eug. Demarçay** annonce la présence d'un nouvel élément Σ dans les terres rares voisines du samarium. La terre diffère des terres rares connues : 1° par ses sels incolores sans spectre d'absorption ; 2° elle est incolore, ce qui la distingue de la terbine ; 3° elle diffère, par son spectre, des oxydes de lanthane, cerium, gadolinium, ytterbium et terbium, seules terres rares à sels incolores encore connues. — M. **L. Brizard** a étudié l'action des réducteurs alcalins et acides sur les composés du ruthénium nitrosé. Le formol donne un nouveau composé nitrosé :

$$Ru^2.AzO.H^4.Cl^5.3KCl$$

dont l'auteur signale les propriétés. Ce composé peut être obtenu également par l'action du chlorure stanneux sur le chlorure $RuAzOCl^3$, 2KCl ou par celle de l'ammoniaque sur le ruthéniate de potassium. — M. **J. Férée** a préparé des amalgames de molybdène par électrolyse avec le mercure comme électrode négative. L'amalgame obtenu d'abord a pour formule $MoHg^9$; comprimé fortement, il perd du mercure et laisse l'amalgame Hg^2Mo qui peut lui-même fournir ultérieurement Hg^3Mo^2. Ces amalgames distillés dans le vide donnent un molybdène pyrophorique doué de propriétés chimiques très actives. — M. **Ernest Barillot** a étudié les produits de la distillation du bois conduite industriellement. Le rendement en acétate de chaux, c'est-à-dire en produits finalement obtenus après séchage et frittage, ne semble pas varier en proportion même des différences de rendements en acide acétique constatées, ce qui ferait croire que cette variation dépend du genre d'acides fournis par les diverses essences de bois. — M. **Œchsner de Coninck** montre que l'examen des points de fusion et des points d'ébullition des dérivés ortho, méta et para rapproche toujours ces composés deux à deux comme l'ensemble des autres propriétés physiques et chimiques. — MM. **Ph. Barbier** et **Bouveault**, en oxydant le rhodinol pur par le mélange chromosulfurique, ont obtenu le rhodinal $C^{10}H^{18}O$ et son isomère, le menthone. Ce dernier produit provient d'une isomérisation partielle du rhodinol produite dans le cours du traitement. — M. **Wallerant** établit d'une façon rigoureuse que les feldspaths ne peuvent être considérés, au point de vue optique, comme des mélanges isomorphes d'albite et d'anorthite ; il fournit en outre l'explication des erreurs commises à ce sujet. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Lannelongue** cite deux cas intéressants d'application des rayons X au diagnostic des maladies chirurgicales. — M. **P. Delbet** signale trois autres cas : présence d'une balle dans la main, fracture d'une jambe, résection d'un coude. — M. **Prunet** montre les formes de conservation et d'invasion du parasite du black-rot. Les pycnides formés de spores ou appareils sporifères ne sont pas des organes de conservation du parasite pendant l'hiver. Ce sont les sclérotes qui remplissent ce rôle et qui se montrent en nombre considérable à la surface des organes black-rotés. Les sclérotes peuvent évoluer en pycnides et même en spermogonies. — M. **Zeiller** montre, par l'examen des plantes fossiles rapportées du Transwaal par M. de Launay, que les *Vertebraria*, genre de fougères fossiles, ne sont autre chose que des rhizomes de *Glossopteris*. — M. **Louis Mangin** étudie la végétation dans une atmosphère viciée par la respiration. — M. **E. Roze** signale deux nouvelles bactériacées de la pomme de terre. — M. **Bleicher** a étudié les débris végétaux et les roches qui ont été recueillis pendant les sondages de la campagne du *Caudan*, dans le Golfe de Gascogne (août 1895). Celles-ci sont des roches anguleuses appartenant à des formations sédimentaires ou non qui ne se retrouvent que dans la chaîne Cantabrique et dans les Pyrénées. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Mars 1896.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la première Division (Médecine). MM. **Leuckart** (de Leipzig) et **Wardell Stiles** (de Washington) sont élus. — M. **Panas** insiste sur le fait que l'interception de communication entre l'appendice et le cæcum constitue la cause primordiale de l'inflammation péritonéale dans l'appendicite. Il a montré que l'interception du cours des matières fécales, dans une anse d'intestin de poule ligaturée, provoque le passage de toxines irritantes dans le péritoine, d'où péritonite sans perforation. — M. **Kelsch** croit qu'on a peut-être exagéré le rôle de la contagion dans l'étiologie de la tuberculose ; il cherche à rappeler l'attention sur le rôle des foyers tuberculeux latents, de l'auto-infection dans la genèse des affections tuberculeuses vulgaires. Ces foyers latents datent, le plus souvent, de l'enfance, et peuvent être expliqués par une infection congénitale. — M. **A. Laveran** insiste sur l'action préventive de la quinine dans la prophylaxie du paludisme ; il indique de quelle façon cette substance agit probablement. Il discute ensuite les doses qu'on doit administrer et la forme sous laquelle l'absorption est préférable. — M. **Vallin** et **L. Colin** citent, à l'appui des opinions de MM. Laborde et Laveran, les bons effets obtenus par l'administration préventive de quinine aux soldats dans les campagnes du Dahomey et de Madagascar. Si la quinine n'a pas toujours empêché la fièvre, elle garantit complètement des accès pernicieux. — M. **Le Roy de Méricourt** signale, au contraire, des cas dans lesquels l'absorption préventive de sulfate de quinine en grande quantité n'a exercé aucune action.

Séance du 7 Avril 1896.

M. le Président informe l'Académie du décès de M. **Semnola**, corespondant étranger. — M. **G. Lagneau** analyse un ouvrage du Dr **Ridolfo Livi**, intitulé : *Anthropométrie militaire* et reposant sur le dépouillement des feuilles sanitaires de près de 300.000 soldats italiens. Il serait désirable que de pareilles recherches de statistique anthropologique fussent faites en France ; elles rendraient de véritables services. — M. **Laveran** présente un rapport sur un travail de MM. les Drs **Vincent** et **Burot** concernant le paludisme à Madagascar. Les auteurs arrivent aux conclusions suivantes : « Il est possible à l'Européen fonctionnaire, militaire, chef d'exploitation, de vivre à Madagascar, en se conformant strictement aux lois d'une sévère hygiène ; mais les Européens colons et voulant exploiter par eux-mêmes le sol malgache, ne peuvent réussir à vivre et à s'acclimater au pays ; tout effort dans ce sens nous paraît condamné par avance à la stérilité. » — MM. les Drs **Peyrot** et **Roger** lisent un mémoire sur un cas d'abcès dysentérique du foie ne contenant que des amibes. — M. le Dr **Laussedat** lit un travail sur les diarrhées épidémiques des villégiatures. — M. le Dr **de Gouvêa** présente un mémoire intitulé : « Etude clinique sur les manifestations oculaires de la lèpre. » — M. le Dr **Guinard** lit un mémoire sur le traitement de l'épithélioma de l'utérus et du vagin par le carbure de calcium. — M. le Dr **Bilhaut** présente un travail sur la luxation congénitale de la hanche. — M. le Dr **Ducor** lit un mémoire sur un cas d'actinomycose.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Mars 1896.

M. **Kauffmann** étudie la nutrition et la thermogenèse chez les animaux normaux et diabétiques pendant le jeûne. L'animal diabétique émet sensiblement la même quantité de chaleur que l'animal normal. Toutefois, l'élimination azotée et l'élimination sucrée sont considérablement augmentées, par suite d'une plus grande oxydation de l'albumine. — M. **Rénon** a fait quelques recherches sur la couleur des spores de

l'*aspergillus fumigatus* soumises à divers traitements. — M. **Lapicque** a étudié l'action de la toxine diphtérique sur le foie. — MM. **Abelous** et **Biarnès** ont recherché le pouvoir oxydant des différents organes ; il est le plus marqué dans les organes glandulaires. — M. **Contejean** a étudié l'influence du travail musculaire sur l'excrétion azotée chez le chien à jeun et le chien alimenté; les courbes d'excrétion ne sont pas influencées, l'énergie n'est donc pas fournie par l'alimentation. — M. **Carion** envoie une note sur la diminution des acides biliaires dans la bile incolore.

Séance du 14 *Mars* 1896.

M. **Kauffmann**, continuant ses recherches sur la formation et la destruction du sucre chez les animaux dépancréatisés, conclut que la formation du sucre est normale chez ces derniers, mais que la destruction et l'utilisation sont diminuées. Mais le sucre formé provenant en grande partie des albumines, il se peut que la perte d'azote ne soit pas parallèle à celle du sucre. — MM. **d'Arsonval** et **Charrin** ont déterminé la température des viscères d'un animal fébriciant ayant reçu des injections de toxines. Le foie s'est trouvé l'organe le plus chaud. — M. **Durante** cite une observation de lupus tuberculeux qui s'est développé chez une femme ayant reçu un coup de bec d'un moineau, mort depuis d'une affection indéterminée ; il pense que l'oiseau était atteint de tuberculose localisée vers la commissure du bec. — M. **Féré** a recherché la toxicité des différents alcools et des liqueurs ordinaires sur des œufs de poule en incubation. — MM. **Weiss** et **Dutil** communiquent leurs études sur les faisceaux neuro-musculaires. — M. **Binet** dépose une série de tracés montrant les modifications du pouls capillaire sous l'influence de la ponction, et aussi des actions nerveuses vaso-motrices. — M. **Lichtwitz** envoie une note sur la fréquence et l'innocuité du bacille de Lœffler sur la plaie opératoire après l'amygdalotomie électrothermique. — M. **S. Bernheim** expose des recherches sur la sérothérapie de la tuberculose chez le lapin. — M. **Pillon**, après être parvenu à cultiver sur milieux spéciaux des leucocytes, a injecté à des cobayes le produit de culture et a constaté une légère hyperthermie. — M. **Sadoveanu** a traité avec succès une intoxication due à la strychnine, par des injections sous-cutanées de curare.

Séance du 21 *Mars* 1896.

M. **Lapicque** est parvenu à reproduire expérimentalement un pigment particulier, qui colore en jaune brun le foie dans le diabète bronzé; c'est de l'hydrate ferrique pur. L'auteur propose de l'appeler rubigine. — MM. **Pilliet** et **Baraduc** communiquent l'observation d'une malade opérée d'hystérectomie vaginale à la suite d'une métrite parenchymateuse particulière. — MM. **Carvalho** et **Athanasiu** ont observé que l'injection intra-veineuse de peptone causait une diminution considérable des globules blancs du sang, mais que les globules restants jouissaient d'une vitalité extraordinaire. — M. **Linossier** a constaté que la peau absorbait toute une série de corps volatils, en particulier le salicylate de méthyle, car, au bout d'une demi-heure, on retrouve de l'acide salicylique dans les urines. — M. **Bourquelot** croit que l'éther salicylique retiré de certaines plantes est le résultat de la décomposition d'un glucoside par un ferment soluble. — M. **d'Arsonval**, signale l'observation d'un crapaud mis en état de mort apparente par l'action d'un courant alternatif de 7.000 volts et ramené à la vie par les tractions rhytmées de la langue. — M. **Féré** relate l'observation d'un chien atteint d'épilepsie procursive. — M. **Grimbert** est élu membre de la Société.

Séance du 28 *Mars* 1896.

M. **Remlinger** a étudié un cas de paralysie de Landry dans lequel les cornes antérieures de la moelle contenaient des chaînettes de streptocoques. — M. **Weiss** a étudié les lésions des muscles produites par les courants continus sur la grenouille et le cobaye; les lésions peuvent être graves et aboutir à l'atrophie musculaire. — M. **E. Toulouse** a traité un individu atteint d'une crise de *delirium tremens* par le sérum de chiens fortement alcoolisés ; après trois injections, les accidents avaient disparu. On peut objecter que le seul repos a agi beaucoup en vue de la guérison des accidents, mais l'auteur pense que le sérum des animaux alcoolisés peut avoir une certaine influence sur l'alcoolisme aigu. — M. **Claisse** signale un cas de bronchite membraneuse chronique liée à la présence de streptocoques, et guérie par l'injection de sérum antistreptococcique de Marmorek. — M. **Sadowsky** décrit les lésions des centres nerveux produites par compression des filets nerveux périphériques. — MM. **Mairet** et **Bosc** envoient deux notes relatives aux effets sur les épileptiques de l'extrait de glande pituitaire du bœuf et de l'extrait glycériné du rein. — M. **Dastre** expose le résultat de ses recherches sur la coagulation du sang par les propeptones. — M. **Contejean** a constaté que, dans le diabète produit par injection de phlorydzine, le sucre se produit aux dépens de la graisse et non des albuminoïdes. — M. **Féré** étudie l'influence des parfums et essences sur les embryons de poulet.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 4 *Mars* 1896.

M. **Lespieau**, par l'action du cyanure de potassium sur le dibromopropène, a obtenu un nitrile distillant sous pression réduite. Ce composé, saponifié par l'acide chlorhydrique, donne un acide fondant à 58-59°, répondant probablement à la formule :

$$CHBr = CH - CH^2 - CO^2H.$$

— M. **Charon** a obtenu, en réduisant l'aldéhyde crotonique en solution acétique par le couple zinc-cuivre, 1 °/₀ environ d'aldéhyde butylique, 25 °/₀ d'alcool crotonylique, bouillant à 122-123° sous la pression ordinaire, et 50 à 60 °/₀ d'un glycol non saturé de formule :

$$CH^3-CH=CH-CHOH-CHOH-CH=CH-CH^3,$$

bouillant à 122-123° sous 9 millimètres, fixant 4 atomes de brome en donnant une tétrabromhydrine d'une diméthylhexite répondant à la formule :

$$CH^3-CHBr-CHBr-CHOH-CHOH-CHBr-CHBr-CH^3$$

Ce glycol donne, si on le chauffe en vase clos à 140-150° avec l'anhydride acétique, une diacétine bouillant à 133-134° sous 11 millimètres. L'auteur poursuit l'étude de ces différents corps.

Séance du 13 *Mars* 1896.

M. **Maumené** applique sa théorie générale au carbure de manganèse; il discute les résultats obtenus et récemment publiés par M. Moissan sur ce sujet. — M. **Valeur** a essayé l'action de l'éthylate de sodium et de la potasse alcoolique sur le diiodoforme. Dans le premier cas, on obtient l'acétylène diiodé de Bayu, dans le second le triéthoxyiodoéthène, liquide cristallisant dans le chlorure de méthyle. — M. **Arnaud** étudie la même question et notamment l'action de l'acétate d'argent sur l'éthylène tétraiodé. — MM. **A. Gautier** et **H. Hélier** ont étudié les conditions réglant et limitant les combinaisons des corps. Ils ont opéré sur des mélanges gazeux, les seuls qui permettent de poursuivre ce genre d'études dans des conditions pratiques. Les auteurs communiquent les résultats qu'ils ont obtenus avec l'hydrogène et l'oxygène. Nous n'entrerons pas dans la description de l'appareil ingénieux dont ils se sont servis. L'eau commence à se former à 180°. On peut, vers 200°, en doser la quantité formée. L'explosion dans les conditions d'expériences des auteurs ne se produit qu'à 840°. Au point de vue du temps nécessaire

à la propagation de la réaction on constate, à 300° maintenus constants, que les quantités d'eau formées augmentent proportionnellement au temps jusqu'à la treizième seconde; entre la treizième et la seizième seconde, le titre en eau augmente rapidement. A ce moment la limite de la réaction est atteinte : le mélange gazeux renferme 38 d'eau pour 1000 de mélange tonnant. La durée de chauffe ne peut plus modifier cet état. Avec les différents gaz et aux diverses températures, on constate des phénomènes analogues. Donc, à température constante, le produit formé par combinaison de deux gaz limite la tendance de ces gaz à se combiner. Les limites de combinaisons s'élèvent avec la température. — A propos de la communication précédente, M. **Riban** rappelle qu'il a observé autrefois la grande facilité avec laquelle l'hydrogène s'unit à l'oxygène combiné, à température relativement basse, en réduisant les oxydes. Par exemple en vase clos l'oxydule et l'oxyde de cuivre sont réduits par l'hydrogène à 170°; pour l'oxyde de mercure, la réaction commence à 150°; le nitrate d'argent est transformé dès 175° en argent métallique et oxyde azotique. — Par l'action du phosphore sur le sulfure d'étain, M. **Granger** a obtenu un sulfo-phosphure de formule $Sn^3P^2S^2 = SnP^2 + 2SnS$. C'est un corps brun, bien cristallisé. M. Granger donne de plus une méthode d'analyse permettant de séparer exactement l'étain des acides sulfurique et phosphorique. — M. **Béhal** rappelle les recherches de M. Guerbet sur l'isocampholène et l'obtention par ce dernier d'hexahydropseudocumène par l'action de l'acide iodhydrique. Dans le but de déterminer la constitution de l'isocampholène et de voir si dans l'expérience de M. Guerbet il ne s'était pas produit de transformation moléculaire, M. Béhal a eu recours à l'oxydation par l'acide nitrique. Il se forme surtout de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique et un acide fondant à 134-136° et dont l'analyse conduit sensiblement à la formule $C^9H^8O^5$. A 190° cet acide perd de l'acide carbonique et donne un anhydride liquide, qui par l'eau redonne un acide de formule $C^8H^{10}O^4$. E. Charon

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J. Norman Lockyer, F. R. S. — **Sur le nouveau gaz extrait de l'uraninite** (4e note). — De nouvelles recherches sur les gaz obtenus en chauffant la bröggerite ou l'euxénite dans le vide ont révélé, dans leur spectre, la présence d'une importante ligne dans l'infra-rouge. Par comparaison avec le spectre solaire, la longueur d'onde de cette ligne a été déterminée et trouvée égale à 7065. Il est fort probable que cette nouvelle ligne coïncide avec la ligne chromosphérique indiquée dans la liste de Young avec une fréquence de 100 et une longueur d'onde de 7065,5 (échelle de Rowland). Il en résulte que, à part les lignes de l'hydrogène, toutes les lignes chromosphériques de la table de Youg, ayant une fréquence de 100, ont été retrouvées dans le spectre des nouveaux gaz. Ce sont les lignes : 7065,5; 5875,98; 4471,8. La ligne coronale 5316,79 indiquée par Young dans une revision de sa liste comme ayant aussi une fréquence de 100, n'a pas encore été observée dans un laboratoire.

SOCIÉTÉ PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 13 Mars 1896.

M. **Reeves** : Addition au pont de Wheatstone pour la détermination des faibles résistances. L'appareil décrit peut être employé à la mesure de la résistance de longueurs d'un mètre de fil peu résistant; le seul appareil additionnel est un galvanomètre sensible, une boîte de résistance de la forme du Post-Office, et un pont d'un mètre. Il diffère du pont ordinaire de lord Kelvin, en ce que, au lieu d'équilibrer le pont en modifiant la longueur du fil étalon entre deux contacts, on maintient constante la distance des contacts, comme aussi la longueur du fil qui est à mesurer, et on obtient l'équilibre en altérant les autres résistances du réseau. On peut déterminer ainsi la résistance d'un mètre de câble de cuivre avec une exactitude de 0,1 %. — Le secrétaire lit une communication de M. **Puluj** sur les « rayons de cathode ». M. Puluj présente quelques photographies de Röntgen, faites avec une forme de tube de Crookes qu'il a décrite dans un mémoire publié en 1889. Avec ce tube, il a réussi à obtenir des impressions avec des poses de *deux secondes*. M. Puluj pense que les particules de matières arrachées de la cathode, et qui transportent des charges électrostatiques négatives, égalisent leurs charges par le choc sur les parois de verre ou sur les écrans, et que cela provoque, non seulement une perturbation des molécules matérielles, mais encore une perturbation de leurs enveloppes d'éther. Chaque partie du verre ou de l'écran, bombardée par les rayons cathodiques, devient le point de départ d'*ondes d'éther*, qui, suivant leur période d'oscillation et le caractère de ces oscillations, sont des rayons visibles (phosphorescence) ou des rayons invisibles de Röntgen. Les oscillations des rayons invisibles peuvent avoir lieu dans la direction longitudinale, mais on n'a donné aucun argument décisif pour appuyer cette manière de voir. — MM. **Ackroyd** et **Knowles** : Sur la perméabilité aux rayons de Röntgen. Les auteurs exposent une plaque sur laquelle ont été placées un certain nombre de pièces de métal, d'oxydes et de sulfates qu'on a exposées aux rayons de Röntgen, pour voir si la perméabilité des corps à ces rayons dépend du poids atomique ou du poids moléculaire. Dans tous les cas, on a trouvé que l'opacité croît avec le poids moléculaire. — M. **Blakesley** dit qu'il considère les rayons de Röntgen comme étant la propagation d'une tension électrostatique à travers l'espace. En ce qui concerne la non-réfrangibilité de ces rayons, il a observé, dans une des photographies présentées par M. Swinton, une raie obscure à côté de l'ombre d'un crayon de bois, et elle pouvait être due à la réfraction des rayons à travers le bois. M. Blakesley a, cependant, trouvé que cette raie était due au vernis du bois. Des photographies de Röntgen, de barres de quartz et d'ébonite, non seulement ne présentent pas ces raies noires, mais il y avait, juste à la limite de l'ombre, une raie brillante qui indiquerait que la réfringence de ces rayons est moindre dans ces baguettes que dans le milieu environnant. — M. **Edser** montre des photographies faites avec un tube de la forme adoptée par M. Jackson, où l'on emploie une cathode concave. L'ensemble du tube est phosphorescent, depuis le côté de la cathode jusqu'à la plaque qui sert d'anode, de sorte que les rayons de Röntgen participent aux propriétés de la lumière diffuse. — M. **Ayrton** dit que M. Jackson a trouvé que les rayons cathodiques forment un faisceau parallèle, et qu'ils ne viennent pas former d'abord un foyer, d'où ils divergeraient ensuite. — M. **Blakesley** décrit le tube employé par M. Puluj, dans lequel un écran de mica, recouvert de sulfure de calcium vert, est placé entre la cathode et l'anode. — M. **Gardner** dit qu'il semble y avoir quelque confusion, car lorsqu'on emploie une cathode concave, les rayons cathodiques convergent à un foyer d'où ils divergent ensuite. La phosphorescence du côté intérieur du verre a été montrée, par Lenard, être due à de l'électricité qui chemine autour de la surface intérieure du verre. — M. **Pidgeon** demande si l'on a essayé l'effet obtenu, en plaçant la couche photographique sensible sur une plaque de métal. — M. **Carey-Foster** dit que le capitaine Abney a trouvé qu'il n'y a aucune action quand la couche est disposée sur une plaque de fer. — M. **Perry** pense que les rayons de Röntgen sont de nature ondulatoire. M. Larmor a donné une explication qui semble d'accord avec les faits observés. Elle suppose que l'espace intermoléculaire répond à des vibrations d'une certaine fréquence. La raison de l'absence de réfraction et de diffraction est probablement due à l'extrême petitesse de la longueur d'onde de l'ondulation.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Communications récentes.

1° Sciences mathématiques. — M. **Pizzetti** : Sur un point de la théorie de Laplace relative à la figure d'équilibre d'une masse fluide en rotation.

2° Sciences physiques. — M. **Blaserna** : Sur les rayons découverts par M. Röntgen. — M. **Tacchini** : Observations solaires faites à l'Observatoire du Collège Romain, pendant le 3e trimestre de 1895. — M. **Roiti** : Expériences exécutées avec les tubes de Crookes. — MM. **Sella** et **Majorana** : Recherches sur les rayons X. — M. **Pettinelli** : Sur la conductibilité électrique des flammes en relation avec la nature des électrodes. — M. **Paterno** : Mouvelles recherches sur l'emploi du phénol en cryoscopie. — MM. **Ciamician** et **Silber** s'occupent de la constitution des alcaloïdes de la grenade.

3° Sciences naturelles. — M. **Capellini** donne la description d'une caverne découverte près de Spezia, dans laquelle se trouvent de très belles stalactites et des ossements fossiles ayant appartenu à l'*Ursus spelaeus* et à un autre ours plus petit, identique à celui que M. Gaudry a trouvé dans une caverne des Pyrénées. — M. **Tolomei** expose le résultat de ses recherches sur la fermentation des olives et sur l'oxydation de l'huile. — M. **Dutto** présente des photographies, obtenues avec les rayons X, d'une main de cadavre, à laquelle on avait injecté dans les artères un mélange de plâtre ; le système artériel devient de cette manière parfaitement visible.

Séances de Mars 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Bianchi** : Sur une classe de surfaces reliées aux surfaces pseudosphériques. — M. **Volterra** : Sur l'inversion des intégraux définis. — M. **Enriques** : Surfaces algébriques dont les courbes canoniques sont hyperelliptiques. — M. **Pascal** : Sur un théorème de M. Netto, relatif aux déterminants et sur un autre théorème analogue au précédent. — M. **Tacchini** : Sur un nuage observé en 1896 près du Soleil. — Sur l'insolation à Rome de 1887 à 1895. — M. **Millosevich** : Observations de la comète Perrine et Lamp-Perrine exécutées à l'Observatoire du Collège Romain. — M. **Peano** : Sur le mouvement du pôle terrestre.

2° Sciences physiques. — M. **Righi** : Sur la dispersion de l'électricité par les rayons Röntgen, et sur la formation des ombres Röntgen au moyen de la dispersion électrique. — Sur les directions d'extinction relatives aux ondes électriques dans les cristaux de gypse. — M. **Roiti** : Expériences avec les tubes d'Hittorf et les rayons X. — Le lieu d'émanation des rayons X. — M. **Viola** : Méthode pour déterminer l'indice de réfraction de la lumière d'un minéral dans les lames très minces. MM. **Sella** et **Majorana** : Recherches sur la vélocité des rayons Röntgen. — MM. **Fontana** et **Umani** : Action du tube de Crookes sur le radiomètre. — MM. **Ampola** et **Rimadori** : Action de la dyméthylaniline dans les recherches cryoscopiques. — M. **Garelli** : Sur les solutions du phénol dans le benzol.

3° Sciences naturelles. — M. **Ugolino Mosso** donne la description d'un appareil inventé par son frère, le professeur A. Mosso, pour déterminer l'acide carbonique produit par la respiration de l'homme ; et il présente les résultats des recherches exécutées avec cet appareil sur le Monte-Rosa. — M. **Dutto** étudie l'influence que la musique manifeste sur la production de la chaleur dans les animaux. — M. **Lo Monaco** a fait des recherches sur l'action physiologique de quelques dérivés de la santonine. — MM. **Taramelli** et **Corradi** : Les tremblements de terre à Spoleto en 1895. — M. **Tommasi** s'occupe de la récente découverte de fossiles dans le calcaire à *Bellerophon* de la Carnie.

Ernesto Mancini.

CORRESPONDANCE

SUR LA PATHOLOGIE DES OUVRIERS VERRIERS [1]

Monsieur le Directeur,

Vraiment je n'avais pas imaginé que mon article sur l'Hygiène des Verriers pût devenir l'occasion d'une polémique, et je reste tout surpris de la petite émotion que manifestent MM. Damour et Guéroult [2]. J'avais lu leur beau travail avec un vif intérêt et j'ai constaté là, une fois de plus, les progrès réels faits par l'industrie de la verrerie non seulement au point de vue industriel, mais aussi au point de vue de l'Hygiène ; — j'y ai retrouvé un éloge mérité du procédé de M. Appert, qui ne pouvait être nouveau pour moi, qui l'avais fait tant de fois depuis 1886 et particulièrement devant des jurys d'Exposition, soit en France, soit à l'Etranger.

Seulement, je ne pouvais pas songer à dire que l'emploi de l'air comprimé était général, et, puisque le soufflage à la bouche est encore pratiqué, il me fallait bien constater les joues cassées, et l'emphysème, et tout ce que les hygiénistes qui se sont occupés des verriers ont constaté avant et après moi. Il ne saurait y avoir de discussion sur ce point : le soufflage à l'air comprimé est un grand progrès, et il est désirable qu'il soit partout appliqué quelque jour; mais il ne l'est pas aujourd'hui et les joues des ouvriers sont cassées par suite de la dilatation du canal du Stenon, et ils ont de l'emphysème assez souvent, bien que le Dr Amiend, qui semble avoir étudié avec soin la question, dise que l'emphysème *n'est pas beaucoup plus fréquent chez les verriers* que chez d'autres ouvriers.

D'autre part, tant que le soufflage à la bouche ne sera pas complètement remplacé, le danger de transmission de la syphilis existera dans une certaine mesure ; c'est l'évidence même, et il ne sert à rien de nier le danger parce qu'on n'a pas eu l'occasion de constater d'accident ; — dire que cet accident est rare, comme le fait le Dr Amiend, c'est constater, comme je l'ai fait précisément dans mon article, qu'il est moins fréquent qu'autrefois, et il n'est pas douteux que les éminents médecins lyonnais : Diday, Rollet, Viennois, en signalant le mal, ont contribué à en diminuer la fréquence.

Mais, tant que le danger est possible, c'est un devoir pour l'hygiéniste de le signaler. Ainsi ai-je fait, tout simplement et sans commentaires, dans un article qui n'est qu'un court résumé d'un travail plus long que je prépare. — J'ai aussi donné, sans commentaires, les prescriptions légales, en prenant bien soin de dire que beaucoup d'usines n'avaient pas attendu les lois pour prendre les précautions hygiéniques qu'elles conseillent.

Certes, il y a des industries plus insalubres que la verrerie, — et il y en a aussi de plus salubres. Je n'avais pas à établir de comparaisons.

Si cette grande et belle industrie est en réel progrès au point de vue de l'Hygiène, comme je l'ai dit plusieurs fois en diverses circonstances, tout n'y est pas parfait cependant, et peut-être le travail de MM. Damour et Guéroult est-il, comme ils pensent eux-mêmes, un peu optimiste ; mais j'ai trouvé, à la lecture de leur étude, trop de plaisir et de profit pour songer à le leur reprocher.

Agréez, etc.

Dr Henri Napias
Membre du Comité Consultatif d'Hygiène publique.

[1] Cette lettre ayant été adressée au directeur de la *Revue*, alors qu'il voyageait en Tunisie, n'a pu, en raison de cette circonstance, être insérée dans une livraison antérieure.

[2] Emilio Damour et G. Guéroult : Sur l'hygiène des verriers : (*Revue générale des Sciences* du 29 février 1896, page 236).

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17. *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 9 15 MAI 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

639

LE RÉGIME DE LA SARDINE

PROGRAMME POUR LE DÉTERMINER

Malgré l'exiguïté de ses dimensions, la sardine, un de nos plus minuscules poissons comestibles, constitue la matière première d'une industrie importante, au sort de laquelle sont suspendues des milliers d'existences. De son abondance dépendent et le bien-être de toute la population maritime du littoral compris entre les Sables-d'Olonne et Brest, et la prospérité de toutes les usines de conserves implantées sur ce littoral. Or, ainsi que l'exposait ici même, avec sa compétence habituelle en ces questions, mon excellent confrère et ami le docteur Roché[1], cette abondance est soumise à des fluctuations parfois très étendues; en certaines années même, on l'a vue se transformer en une pénurie assez marquée pour entraîner après elle la disette et la ruine. La question de la sardine n'est donc pas seulement une question de biologie pure; elle constitue un point important d'économie sociale, dont les parties encore obscures recevront peut-être un jour leur éclaircissement de l'observation biologique. Je me propose justement ici de déterminer quels sont les services que peuvent et que doivent raisonnablement attendre de la science la pêche et l'industrie sardinières.

Rappelons brièvement, d'abord, les principaux traits de ce que le Professeur Pouchet appelait « le régime de la sardine ». Ce poisson apparaît généralement vers les mois d'avril ou de mai sur nos côtes atlantiques. A cette époque, il forme des bancs d'individus adultes de grande taille, aptes à la reproduction et chargés d'œufs ou de laitance parfaitement mûrs. La sardine qui présente ces caractères porte le nom de sardine de *dérive;* elle n'est point utilisée pour la fabrication des conserves et se vend aux expéditeurs qui l'envoient dans les villes de l'intérieur pour y être consommée à l'état frais. Au fur et à mesure que disparaissent ces individus reproducteurs, c'est-à-dire vers les mois de mai et de juin, dans les années normales, surviennent des bancs énormes de sardines plus petites, de taille généralement uniforme pour un même banc; celles-ci constituent la sardine de *rogue*, la véritable matière première de l'industrie sardinière. Or, toutes les variations possibles se produisent dans l'apparition de ces deux sortes de sardines. Tantôt la sardine de dérive se montre de bonne heure, pour disparaître sans que lui succède de longtemps la sardine de rogue. Tantôt, au contraire, la première se montre à peine, tandis que la seconde apparaît de très bonne heure et pour de longs mois. De-ci de-là, tout disparaît pendant des périodes variant entre six semaines et deux mois. L'on conçoit aisément quelle sollicitude inspire une matière première aussi fugitive et aussi inconstante aux pêcheurs aussi bien qu'aux usiniers, et l'on ne peut s'empêcher de partager leurs inquiétudes quand on pense qu'aucune base d'observa-

[1] Roché : La crise sardinière et les sciences biologiques maritimes. *Revue gén. des Sciences*, 1893, t. IV, pages 308 et suiv.

tion, aucune donnée empirique ne leur permettent d'espérer le retour du poisson disparu ou la nouvelle venue de celui qui n'a pas encore effectué son entrée sur la scène.

C'est qu'en matière de sardine nos connaissances biologiques sont bien faibles, surtout lorsqu'on se place au point de vue particulier que nous envisageons ici. Grâce aux patientes recherches de Cunningham, l'on peut aujourd'hui considérer comme certain que la sardine pond des œufs flottants disséminés dans les couches supérieures de la mer; tout au plus reste-t-il à cet égard un point de doute en ce qui concerne le degré exact de profondeur où flotte le plus grand nombre de ces œufs. Pouchet et Biétrix ont, en effet, observé que l'œuf mûr de la sardine tombe au fond des vases où on le jette avec de l'eau de mer; mais, étant donné que leurs observations n'ont porté que sur des œufs *non fécondés*, que Cunningham, au contraire, a suivi l'incubation, l'éclosion et le développement des larves jusqu'au dixième jour, l'on doit admettre ses conclusions, en réservant seulement la question du degré, probablement variable, de la profondeur à laquelle vivent et se développent les œufs de cette espèce dans les conditions naturelles. En tous cas, ainsi tend à s'éclaircir un point fort important pour la réglementation des pêches : celui de savoir si les engins traînants ne seraient pas nuisibles au développement de la sardine par les dégâts qu'ils occasionnent dans les fonds herbeux où l'on croyait ces œufs déposés. Tout au plus, peut-on supposer maintenant — non sans raison d'ailleurs — que la larve nouvellement éclose va chercher au milieu des algues un abri et des conditions d'existence indispensables à son développement.

Quoi qu'il en soit, il ne peut évidemment être question ni d'appauvrissement des côtes, de repeuplement artificiel, ni de mesures de protection en faveur du jeune poisson. La sardine ne diminue point en nombre; car, dans cette hypothèse, la diminution en serait progressive, continue et non interrompue par des années d'abondance et même de surabondance extrême. Donc, pas de repeuplement à tenter. Pour des raisons analogues, les mesures de protection, d'autant plus illusoires qu'on ignore complètement encore le *modus vivendi* de l'espèce, doivent être forcément limitées à celles qui n'ont pour but que le maintien des conditions les meilleures pour la capture du poisson existant. Que doit donc, dans une pareille situation, attendre l'industrie sardinière de la science biologique, qui ne peut ni lui fournir le poisson quand il lui fait défaut, ni même lui promettre sa venue pour une date, aussi éloignée ou aussi approximative qu'elle puisse être? N'y aurait-il pas dans cette voie un plan de recherches à aborder et des données pratiques à acquérir? L'on me permettra d'y répondre nettement par l'affirmative.

Au point de vue purement pratique, en effet, la question se borne uniquement à *déterminer les lois qui régissent les évolutions de la sardine*, et toutes nos observations doivent tendre vers ce but.

L'étude de son mode de reproduction, de ses migrations, si elle en effectue, de son hibernation n'aura jamais pour nous d'autre résultat que de nous aider à découvrir ces lois, mais nullement, je pense, à les modifier.

Bien que strictement réduite à ces modestes, mais raisonnables proportions, l'étude de la sardine ne serait cependant pas sans présenter quelque intérêt pratique : car elle aurait pour résultat immédiat de transformer chaque année l'incertitude de l'industrie sardinière en certitudes bonnes ou mauvaises et d'épargner à ceux qui en vivent bien des mécomptes et bien des pertes.

I

Deux méthodes de recherches s'offrent à nous pour la détermination de ces lois. La première qui, de prime abord, semble la plus facile et la plus sûre, consiste à étudier les mœurs du poisson dont on veut connaître les évolutions. Il semble très rationnel de penser que la détermination exacte du genre de nourriture, du mode de reproduction, de migration, etc., d'une espèce, doive permettre de préciser à coup sûr les lois de son apparition et de sa disparition. Rien n'est plus trompeur cependant et ne conduit plus rapidement à des théories erronées.

De telles recherches sont fatalement unilatérales et entachées dès lors d'erreur originelle. Car l'esprit, impuissant à apprécier l'importance relative des divers effets qu'il constate, impuissant surtout à lier ces effets aux causes qui les produisent, se laisse fatalement entraîner à choisir une de celles-ci pour lui donner arbitrairement la prépondérance. Il en résulte des hypothèses, des systèmes, mais non de véritables lois. Pour l'un, l'apparition de la sardine est subordonnée à celle de tel ou tel animalcule pélagique dont elle forme exclusivement sa nourriture; pour l'autre, elle est soumise aux variations de la température ; pour un troisième, enfin, l'influence des vents prédomine sur toutes les autres. Je pourrais continuer longtemps encore l'énumération de toutes les causes invoquées jusqu'à présent, pour expliquer l'effet dont on est unanime à constater l'existence. Quoi qu'il en soit, l'observation prolongée ne tarde point à démontrer le peu de fondement de semblables hypothèses, et celles-ci disparaissent pour faire place à d'autres tout aussi

peu rationnelles. Ce n'est pas à dire, cependant, que ni la nourriture, ni la température, ni le vent, n'influencent les évolutions de la sardine. La vérité est que ces diverses causes agissent concurremment, s'ajoutent ou se contredisent suivant la présence d'autres causes encore, et que le mieux que nous ayons à faire est d'avouer notre impuissance à en saisir les véritables relations.

La deuxième méthode d'observation est incontestablement moins séduisante que la première, en ce sens qu'elle n'a pour base l'hypothèse arbitraire d'aucune influence prépondérante. Si elle exige plus de continuité d'action, plus de patience et de temps, elle laisse du moins la parole aux faits. Cette méthode consiste à enregistrer passivement, et d'une façon rigoureusement parallèle, tous les phénomènes naturels susceptibles d'agir sur l'apparition du poisson que l'on veut étudier, sans attribuer à tel ou tel ordre de causes une prépondérance quelconque, à faire chaque année le bilan de toutes ces observations et à s'efforcer ensuite, par comparaison, d'en tirer des conclusions.

Parmi les causes dont l'action doit avoir un retentissement sur la biologie des animaux marins, nous devons placer en premier lieu les variations physiques du milieu qui les entoure. Ces variations sont fonction de la température, des vents, de la pluie, de la pression atmosphérique; elles relèvent en un mot de la météorolgie. Aucune d'elles ne peut être négligée si l'on ne veut risquer d'obtenir incomplète et boiteuse la base sur laquelle s'élèvera plus tard la loi dont nous cherchons l'expression. Il est manifeste cependant que parmi ces variations les unes, telle que la température, auront plus d'importance que d'autres, telles que l'hygrométrie et l'actinométrie; mais chacune de ces parties de la science météorologique constitue un trait indispensable à l'ensemble du tableau que nous voulons obtenir.

De même que celle de tous les animaux à sang froid, l'évolution de la sardine doit être étroitement subordonnée aux modifications de la température, soit directement par l'influence qu'elle exerce sur le développement de ses organes sexuels, soit indirectement par la production plus ou moins hâtive des formes pélagiques dont se nourrit le poisson. On conçoit même que les changements de température puissent n'exercer leur action qu'à plusieurs semaines ou à plusieurs mois d'intervalle, et qu'un hiver tardif, comme celui que nous venons de traverser par exemple, ait pour effet, en dépit de la température estivale normale qui lui fait suite, un retard proportionnel dans la manifestation de certaines fonctions vitales des animaux, par suite, un retard dans leur régime habituel.

Par conséquent, l'observation devra porter sur des courbes de température prises non seulement durant la période d'apparition de la sardine, mais aussi durant celle qui précédera celle-ci ou mieux durant toute l'année. Tenant compte de certaines observations dignes d'intérêt, il serait indispensable de relever concurremment les températures de l'air, celle de l'eau en surface et celle de l'eau profonde pour les comparer entre elles suivant les modifications saisonnières et suivant l'action des marées inscrites au marégraphe.

Les courants aériens enregistrés par la girouette et l'anémomètre montreront probablement alors, par comparaison avec les courbes de température et les évolutions de la sardine, des relations intéressantes qui nous échappent quand nous n'envisageons qu'isolément leur rapport avec ces évolutions.

Un autre facteur, d'une importance extrême tant par son action sur la forme pélagique que sur celle du poisson lui-même, doit être l'objet d'une attention particulière. Je veux parler de la quantité d'eau douce déversée par la pluie à la surface de la mer et des différences de densité très sensibles qui en résultent pour les eaux de celle-ci au voisinage de la côte; différences dont l'action est variable suivant le degré d'agitation des flots. Cette donnée est fournie d'une façon précise par le pluviomètre enregistreur.

Comme indications complémentaires, enfin, les indications d'un hygromètre, d'un baromètre, et d'un actinomètre viendraient compléter ces faisceaux d'observations météorologiques.

II

Il nous reste maintenant à enregistrer les mouvements de la sardine elle-même et des organismes dont la présence ou l'absence ont une influence sur ses évolutions.

Le premier point serait extrêmement difficile à réaliser si nous ne possédions, créé depuis plus de vingt ans déjà, un véritable indicateur des mouvements de la sardine sur nos côtes atlantiques. Le « Bulletin des Pêches » paraît régulièrement à Nantes tous les jours à partir de l'ouverture de la campagne et nous indiquera, pour tous les ports, la taille et le nombre par bateau des poissons capturés.

Quant à la détermination quantitative et qualitative de la faune pélagique, *plancton*, des pêches au filet fin, effectuées suivant les procédés les plus rigoureux, tels que celui préconisé par M. Biétrix et employé depuis longtemps au laboratoire de Concarneau, permettraient de comparer aisément

la faune pélagique à l'examen journalier du contenu de l'estomac d'un certain nombre de sardines.

A ceux qui pourraient m'objecter que dans ce programme de recherches, la sardine tient une bien petite place, que je ne tiens compte ni de ses mœurs ni de son mode de reproduction, je répondrai que ces données ne nous sont pas, dans le cas particulier, essentiellement utiles ; qu'on ne pourrait les négliger en tant que phénomènes accessoires, mais que nous pourrions nous en passer à la rigueur, n'était leur intérêt biologique pur. Qu'importent le lieu où se rend la sardine pendant l'hiver, si nous ne pouvons espérer l'en faire revenir à volonté, la manière dont elle pond ses œufs si nous n'avons ni le moyen de les protéger ni le besoin de les recueillir? Laquelle des deux observations sera la plus immédiatement, la plus pratiquement utilisable, celle qui nous fera connaître dans tous ses détails les évolutions de la sardine, ou celle qui nous indiquera les causes de ses évolutions en nous permettant de les prévoir ?

Il y a là, comme on le voit, tout un plan de recherches à peine ébauché, partiellement esquissé dans certaines de ses parties, mais qui, pour être véritablement utile, demande à être réalisé dans son ensemble. A ce prix seulement, on pourra espérer découvrir les lois qui régissent l'évolution de la sardine et faire par conséquent œuvre utile pour l'industrie qui en vit.

III

Pour avoir leur véritable signification, les observations météorologiques et biologiques relatives à la sardine doivent être prises au centre même de son champ de pêche et pour ainsi dire en pleine mer. Si l'on veut bien se reporter à la carte des pêches maritimes dressée par M. Roché [1], l'on verra que ce poisson fréquente toute la partie des côtes de l'Atlantique comprise entre Tréguier et la frontière franco-espagnole, ainsi que la côte méditerranéenne ; mais l'on constatera également qu'il n'est utilisé industriellement que de Brest à La Rochelle. Dans toute la région comprise entre ces deux points, les pêcheurs se consacrent exclusivement à l'industrie sardinière du mois de mai au mois d'octobre, et c'est là que l'étude de la sardine prend toute son importance. La station météorologique et biologique devant se trouver située en un point quelconque de ce littoral, et, autant que possible, en pleine mer, il nous reste à nous demander quelle localité se prêterait le plus favorablement et le plus économiquement à son installation.

Pour tous ceux qui ont suivi dans ces dernières années le mouvement des études sur le littoral de la France, la question se résout d'elle-même et l'esprit évoque involontairement le souvenir du regretté Directeur du laboratoire de Concarneau, M. Georges Pouchet. Des premiers, en effet, il avait senti tout l'intérêt qui s'attache à l'étude de la sardine, et c'est faire acte de justice que de rappeler ici ses importants travaux sur la question. Mais le laboratoire de Concarneau, logé au fond d'une baie profonde et calme, ne ressent que de très loin les impressions de l'Océan. C'est plus au large, dans le pittoresque archipel des Glénans, qu'il nous faudrait aller chercher les données nécessaires à de fructueuses observations. Là, point ne serait besoin de coûteuses constructions élevées à grand'peine. Le fort Cigogne, annexe gracieusement concédée au Laboratoire par le Ministère de la Marine, y offre tous les éléments du meilleur laboratoire de météorologie. Seule l'installation des quelques appareils enregistreurs constituerait une dépense un peu importante, et le météorographe ainsi constitué trouverait dans le laboratoire lui-même le personnel nécessaire pour en assurer le fonctionnement.

Peut-être trouvera-t-on que je fais ici un peu bon marché de la Biologie pour donner le pas à la Météorologie. Telle n'est cependant point ma pensée. Les observations biologiques poursuivies parallèlement à celles dont je viens de tracer succinctement le plan font depuis longtemps partie du programme du laboratoire de Concarneau et se compléteront rapidement, je l'espère, sous l'active impulsion des maîtres qui en ont assumé la direction ; mais, ce qui m'a inspiré ces lignes, c'est la conviction profonde que la science est une et que vouloir la départager en sections étrangères les unes aux autres, c'est en méconnaître le caractère essentiel et nous priver volontairement de nos meilleures méthodes d'observation.

Fabre-Domergue,
Docteur ès sciences, Directeur ajoint
du Laboratoire de Zoologie maritime de Concarneau.

[1] Voyez dans la *Revue générale des Sciences* l'article de M. G. Roché, intitulé : L'Industrie des Pêches maritimes en France. Consultez la carte de la page 118, n° du 15 février 1895, t. VI.

621,1

LES NOUVELLES EXPÉRIENCES DE M. B. DONKIN

SUR LA MARCHE ÉCONOMIQUE DES MACHINES A VAPEUR

M. B. Donkin, le célèbre ingénieur anglais dont on connaît les beaux travaux relatifs à la température des parois des cylindres à vapeur et à l'influence de cette température sur la marche économique des machines, vient de faire, en ces dernières années, une série d'environ 150 expériences sur une même machine fonctionnant dans des conditions variées; son but était d'accumuler des données solidement établies sur le mode d'action et l'importance de certains éléments tels qu'enveloppes, surchauffe, vitesse, degré de détente, etc. Ses résultats sont classés et résumés sous forme de tableaux et de diagrammes très clairs et très instructifs, accompagnés d'un mémoire fort concis, publié dans les *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* de Londres, en 1895. Ce document remarquable mérite d'être compulsé par ceux qui s'occupent de l'étude expérimentale de la machine à vapeur; nous ne pouvons en donner ici que les traits principaux et notamment les conclusions.

I

Pour procéder à ses recherches, M. Donkin construisit un moteur à vapeur spécial, disposé de manière à ce qu'il pût y changer à volonté un seul élément à la fois, celui dont il voulait étudier l'influence, ou plusieurs ensemble. C'était une machine verticale, type pilon, avec le cylindre en dessus et l'arbre du volant en dessous, pourvue d'un condenseur par surface et d'un frein à câble, simple, mais suffisant. Le piston avait un diamètre de 0 m. 1524 et une course de 0 m. 2032. Sans particularité remarquable au point de vue de la construction courante, ce moteur se distinguait comme machine expérimentale par plusieurs traits dignes d'être notés. La distribution, du système Mayer, se faisait par tiroirs superposés, de deux pièces chacun, avec la possibilité de faire varier l'admission de 1 à 18 vingt-quatrièmes de la course, en conservant de chaque côté le même degré d'admission, malgré l'obliquité de la bielle, condition essentielle, mais rarement réalisée dans les machines expérimentales. De plus, la disposition des pièces était symétrique, de manière à rendre pratiquement égaux les deux coups de piston. On pouvait faire fonctionner la machine à simple et à double effet à volonté. Il y avait deux cylindres : l'un servant pour les essais sans enveloppe et qui n'était pas pourvu de cet organe, mais simplement muni d'un vêtement calorifuge; l'autre, qui avait trois enveloppes séparées, que l'on pouvait réunir au besoin, une à chaque couvercle, une à la partie cylindrique. Chacune de ces enveloppes avait son drainage à part, pouvant être pesé à part; et même l'enveloppe cylindrique verticale avait deux drains, l'un pour recueillir l'eau condensée sur le pourtour de la paroi métallique du cylindre à vapeur, l'autre sur le pourtour de la paroi externe de l'enveloppe exposée au rayonnement extérieur. Ces enveloppes pouvaient recevoir de la vapeur ou de l'huile ou de l'eau, ou même être mises en communication avec le condenseur. Sur l'enveloppe cylindrique étaient adaptés un manomètre et un robinet à air pour purger. Le couvercle de la chapelle était enfin pourvu d'une enveloppe avec drainage spécial.

Sous la partie horizontale de la colonne à vapeur, une rampe de becs à gaz permettait de surchauffer la vapeur de 6° à 40° suivant les cas. La chaleur dépensée à cet effet n'était pas mesurée; on n'observait que le degré de surchauffe au moyen d'un thermomètre placé près du cylindre, immédiatement après le purgeur de la colonne à vapeur. Suivant sa méthode, M. Donkin avait placé des thermomètres à différents endroits des parois métalliques et tout le long du parcours de la vapeur, dans la chapelle, dans l'enveloppe cylindrique, au tuyau de décharge, à la chambre à vapeur du condenseur par surface. Le condenseur fonctionnait dans tous les essais; seulement, pour les essais dits sans condensation, on ouvrait un robinet qui établissait la contre-pression à une atmosphère. L'eau provenant de la condensation de la vapeur était envoyée par la pompe à air dans un réservoir placé sur le plateau d'une balance de précision avertissant les observateurs quand la consommation était de 22 k. 680 (ou de 50 livres). Cette consommation correspondait à un essai; tous les essais étaient faits en double et on prenait la moyenne de chaque couple, à moins qu'il n'y eût de trop fortes dissemblances, auquel cas l'essai était rejeté et recommencé. La consommation d'eau de circulation était mesurée par jaugeages successifs dans deux bacs; les températures de cette eau, à l'entrée et à la sortie, étaient déterminées au moyen de thermomètres.

Tous les pistons, soupapes, condenseur, etc., étaient vérifiés tous les deux ou trois jours pour s'assurer de leur étanchéité.

II

Le but principal des expériences était de constater les effets d'un abaissement ou d'une xhaussement de la température des parois métalliques du cylindre, ainsi que ceux d'un plus ou moins grand abaissement de la température de la vapeur dans le cylindre à l'entrée et à la sortie. Les expériences ont montré que les résultats économiques étaient surtout influencés par la température des parois. Dans certains cas, la chute de température de la vapeur était maintenue constante, tandis qu'on faisait varier la température du métal; dans d'autres on établissait des conditions contraires, afin de comparer les résultats. On variait aussi, d'autre part, le fonctionnement de la vapeur : avec ou sans enveloppe; avec ou sans condensation; avec ou sans surchauffe; à simple ou double effet; à divers degrés de détente dans chacun de ces cas, afin de déterminer pour chacun d'eux le degré de détente le plus économique.

L'influence de la vitesse, étudiée à fond par Willans, a été aussi l'objet de l'attention de M. Donkin. Sa machine fonctionnait moyennement à raison de 220 tours par minute; mais, dans certains essais, toutes choses égales d'ailleurs, elle a marché à 110 tours. La vapeur était fournie par la chaudière de l'usine, où sa pression était de 5 kg. 25; mais la pression était réduite en général à 4 kg. 55 près de la chapelle; dans quelques cas seulement à 2 kg. 27.

M. Donkin employait un indicateur de Crosby, unique, avec un seul tuyau de raccord aux deux extrémités du cylindre, et un robinet qui mettait à volonté l'une de ces extrémités en communication avec l'instrument. L'expérience, faite d'abord avec deux indicateurs, avait montré qu'il n'y avait pas de différence appréciable, sans doute parce que le tuyau était court, environ $0^m,25$, et qu'il était très bien protégé contre le rayonnement. Comme la tige et la contre-tige du piston avaient le même diamètre, les diagrammes pouvaient être directement comparés. Les espaces morts étaient sensiblement les mêmes aux deux extrémités. Leur volume et leur surface avaient été évalués avec le plus grand soin.

Dans l'étude de ses essais, M. Donkin rapporte les condensations initiales de la vapeur à l'unité de surface touchée et à l'unité de temps; et il prend les moyennes des surfaces découvertes par le piston pendant l'admission dans l'hypothèse que le mouvement de rotation de la manivelle est uniforme. En outre, il appelle *range of temperature* ou chute de température de la vapeur dans le cylindre la différence entre la température de la vapeur à l'entrée dans la chapelle, surchauffe comprise s'il y a lieu, et sa température dans le tuyau de décharge.

Toutes les expériences ont été faites sur un plan uniforme afin d'obtenir des résultats comparables. La durée de l'essai était moyennement de 40 minutes, temps nécessaire pour remplir deux fois le réservoir de la balance contenant 22 kg. 68 (50 livres); les 20 premières minutes d'essai servaient au contrôle des vingt suivantes. Toutes les cinq minutes, on levait un diagramme d'indicateur au-dessus et un en dessous; on observait la pression de la vapeur près de la chapelle et dans l'enveloppe, ainsi que dans le condenseur, enfin le compte-tours; toutes les deux minutes : les températures de la vapeur surchauffée, de l'eau au sortir de la pompe à air, des parois du cylindre et de l'enveloppe, de la vapeur évoluant dans le cylindre aux différents points indiqués ci-dessus; toutes les dix minutes : la température initiale de l'eau de circulation, ainsi que le ressort du frein; toutes les minutes enfin : la température finale de l'eau de circulation. M. Donkin a fait quelques essais de plus longue durée, d'environ trois heures, qui ont confirmé les résultats des autres. Il a aussi subsidiairement recherché le travail des frottements de la machine marchant à vide afin de déterminer son rendement organique, en la faisant tourner aux vitesses de 100, 150, 200 et 250 tours par minute. La moyenne correspond à 23,12 kilogrammètres par tour et est obtenue à la vitesse de 150 tours; le minimum, pour 100 tours est de 20,70 kilogrammètres; le maximum 24,75 pour 200 tours. Il a voulu vérifier si les températures du métal aux extrémités du cylindre étaient supérieures à celles du milieu; et il a trouvé, en effet, que, dans la marche à condensation, à double effet, avec un huitième d'admission, la température à l'extérieur des parois était sensiblement la même aux deux bouts et de 9°,5 C. plus élevée que celle du milieu. La température moyenne de la vapeur à ces mêmes points différait de 25°,5. Dans la marche à simple effet, le phénomène était mieux marqué encore : au milieu il y avait 15°,5 de moins qu'au-dessus, et en dessous, 20°,5.

Cinquante essais ont été faits avec le cylindre sans enveloppe, dont les parois avaient 25 millimètres d'épaisseur et étaient protégées contre le rayonnement extérieur par une couche calorifuge de 50 millimètres d'épaisseur. Trente-trois autres, avec le cylindre pourvu d'une enveloppe venue de fonte, ayant 25 millimètres d'épaisseur de paroi, 22 millimètres de vide pour former l'enveloppe, et 16 millimètres d'épaisseur des parois extérieures de l'enveloppe, même revêtement calorifuge enfin. Les mêmes couvercles creux servaient aux deux cylindres; dans les essais sans enveloppe leurs creux restaient en communication avec l'air.

III

Les conclusions générales des expériences de M. Donkin sont résumées dans les tableaux I et II. Dans le premier tableau les modes de fonctionnement sont classés par ordre de consommation décroissante.

TABLEAU I. — Consommation de vapeur de la machine pour divers fonctionnements tous à la pression de 4,55 kg. à la chapelle, et à la vitesse de 220 tours par minute.

NUMÉRO D'ORDRE	FONCTIONNEMENT	SIMPLE OU DOUBLE EFFET	CONDENSATION OU NON	SURCHAUFFE OU NON	FRACTION DE COURSE PARCOURUE PENDANT L'ADMISSION	RAPPORT DU VOLUME DE VAPEUR A LA FIN DE LA DÉTENTE AU VOLUME AU COMMENCEMENT	PRESSION MOYENNE EFFECTIVE SUR LE PISTON KG PAR M. Q.	CONSOMMATION PAR CHEVAL-HEURE VAPEUR KG.	RENDEMENT THERMIQUE %
1	sans enveloppe	simple	non	non	0,5	1,75	7.959	28.136	3,45
2	»	»	»	surchauffe	0.5	1.75	8.571	23.097	4.20
3	»	double	»	non	0.5	1.75	20.664	21.178	4.58
4	»	simple	condensation	»	0.5	1.75	11.593	20.879	4.64
5	»	double	non	surchauffe	0.5	1.75	20.791	18.942	5,12
6	»	simple	condensation	»	0,5	1,75	11.932	18.747	5,17
7	»	double	»	non	0,5	1.75	26.022	17,373	5,58
8	»	»	»	surchauffe	0,5	1.75	25.712	15,272	6.35
9	avec	»	»	non	0.5	1,75	30.493	13.925	6,96
10	»	»	»	»	0,1875	3 75	20.137	12.878	7.53
11	»	»	»	surchauffe	0,0625	7,00	12.803	9.485	10,22

Dans le tableau II nous donnons, en pour cent de la consommation du fonctionnement le plus coûteux des deux termes de comparaison, l'économie procurée par l'élément considéré pris isolément, ou bien par les éléments considérés pris ensemble. Ce tableau formule donc d'une manière succincte les conclusions du tableau I.

TABLEAU II. — Influence de chaque facteur sur l'économie de fonctionnement

NUMÉROS DES ESSAIS A COMPARER	ÉLÉMENTS DONT L'INFLUENCE EST ÉVALUÉE	FONCTIONNEMENT COMMUN					ÉCONOMIE EN %
		effet	condensation	surchauffe	enveloppe	détente	
2 à 1.....	Surchauffe seule.....	simple	sans		sans	1 2	17.9
5 3.....	» »	double	»		»	»	10.6
6 4.....	» »	simple	avec	-	»	»	10.2
8 7.....	» »	double	»	—	»	»	12 1
3 1.....	Double effet »	—	sans	sans	»	»	24.7
7 4.....	» »	—	avec	»		»	16,8
8 6.....	.....	—	»	avec		»	18.1
4 1.....	Condensat. »	simple	-	sans	»	»	32.7
6 2.....	.....	»	-	avec	»	»	18 8
7 3.....	»	double	-	sans	»	»	18.0
8 5.....	» »	»	—	avec	»	»	19.1
5 1.....	Surchauffe et double effet.....	—	sans	-	»	»	32 7
6 1.....	Surchauffe et condensation.....	simple			»	»	37.4
7 1.....	Double effet et condensation.....	—	—	sans	»	»	58.2
8 1.....	Surchauffe, double effet, et condensat.	—	—	—	»		45.7
9 7.....	Enveloppe seule.....	double	avec	sans	—	»	19.8
10 9.....	Détente seule.....	»	»	»	avec	—	7.3
11 10.....	Détente et surchauffe.....	»	»	—	»	—	26.3
11 9.....	» »	»			»	—	31.9
11 1.....	Tous les éléments ensemble.....	-	-	—	»		66.3

On voit que, isolément, la surchauffe donne toujours une économie supérieure à 10,2 pour val-heure s'obtient dans le fonctionnement à simple effet, sans condensation, à vapeur saturée, sans enveloppe, avec admission jusqu'à mi-course. Le minimum, 9 kg. 485, à double effet, avec condensation, avec surchauffe, avec enveloppe complète et admission jusqu'au seizième de la course seulement. Sans doute, ce minimum de consommation est encore fort élevé; mais les dimensions de la machine ne permettaient pas d'attendre

mieux; ensuite il ne s'agit pas tant ici de la consommation en elle-même que de la consommation comparative des divers fonctionnements.

Les résultats économiques dus à l'enveloppe méritent de fixer l'attention, parce que, si le *quantum* en est bien connu, le *quo-modo* l'est moins. M. Donkin l'explique par la haute température des parois, explication qu'il déduit de ses expériences. Il a, en effet, fait marcher la machine à un régime constant, d'environ 220 tours par minute, à trois seizièmes d'admission, et condensation à double effet, mesurant toujours, outre la consommation, la température des parois métalliques, d'abord sans rien dans les enveloppes, ensuite avec de la vapeur saturée ou surchauffée dans les enveloppes, avec de l'eau chaude, de l'huile, en mettant les enveloppes en communication avec le vide du condenseur. Si l'on compare la consommation dans chaque cas avec celle du premier, les enveloppes étant ouvertes à l'atmosphère, on obtient les résultats suivants, parmi lesquels les premiers, les plus intéressants, sont résumés dans le tableau III.

TABLEAU III. — Influence des enveloppes sur le fonctionnement de la machine.

CONDITIONS DE L'ESSAI	CONSOMMATION TOTALE DE VAPEUR DANS LE CYLINDRE ET DANS LES ENVELOPPES			RAPPORT ENTRE LA SURFACE ENVELOPPÉE ET LA SURFACE TOTALE DU CYLINDRE
	consommation en kg. par cheval-h. indiqué	économie due aux enveloppes, estimée sur la consommation de 18,588 par ch.-h.		
		par ch.-h. indiqué	%	
Sans vapeur dans les enveloppes.	18,588	—	—	—
Vapeur dans les deux couvercles	16,783	1,805	9,71	17,2
Vapeur dans l'enveloppe cylindrique.....	13,653	4,935	26,55	64,9
Vapeur dans toutes les enveloppes.....	12,882	5,706	30,70	82,1

Les proportions d'eau recueillies à chaque drain dans la dernière expérience sont :

Enveloppe cylindrique, paroi extérieure....	0,32
» » » intérieure....	0,32
» du couvercle supérieur.....	0,07
» » inférieur.....	0,20
» du couvercle de la chapelle.....	0,09
Total.....	1,00

La différence entre les températures de la paroi cylindrique suivant que les enveloppes renfermaient ou non de la vapeur, était de 22°.

Quand on remplissait les enveloppes d'eau chaude, la consommation augmentait de 12 pour cent; quand on les mettait en communication avec le vide du condenseur, on réalisait, au contraire, un bénéfice de 8 pour cent. De l'huile à 190° dans l'enveloppe cylindrique et de la vapeur dans les autres n'ont donné ni perte ni gain sur le cas de vapeur dans toutes les enveloppes.

L'effet principal de l'enveloppe, comme de la surchauffe, est de diminuer la condensation initiale dans le cylindre; tout moyen qui tiendra élevée la température des parois du cylindre produira ce même effet. Par des diagrammes ingénieusement combinés, M. Donkin fait voir que plus la température des parois se rapproche de celle de la vapeur vive venant de la chaudière, moindre est la condensation initiale; que, plus est élevé le titre de la vapeur au moment où commence l'émission, moindre est la consommation par cheval-heure. Le minimum de consommation correspond à la vapeur sèche ou légèrement surchauffée à la fin de la détente, ce qui est conforme à la conclusion que je crois avoir été le premier à formuler en principe d'après les expériences de Hirn et autres.

L'importance des conclusions de M. Donkin n'échappera à aucun mécanicien. Le fait que la même machine, suivant son mode de fonctionnement, peut consommer 66 pour cent de plus ou de moins de vapeur, est assez significatif. Ce qui ne manque pas non plus d'importance, ce sont les diagrammes dont M. Donkin a accompagné son mémoire, qui montrent avec tant de netteté les résultats et leurs lois et font pénétrer au fond des tableaux de chiffres si laborieusement et consciencieusement réunis et classés par un travail patient de plusieurs années.

V. Dwelshauvers-Dery,
Professeur de Mécanique appliquée à l'Université de Liège.

532.6

SUR LES TENSIONS SUPERFICIELLES

Les lecteurs de cette *Revue* n'ont certes pas oublié le travail magistral que M. W. Ramsay[1] a publié ici-même, et dans lequel il a donné une méthode qui permet enfin de résoudre l'importante question, restée jusqu'ici sans solution, de la détermination des poids moléculaires des liquides.

[1] *Revue générale des Sciences*, p. 185, 1894.

Cette méthode, qui exige la connaissance de la variation de la tension superficielle suivant la température, est un nouvel exemple, après tant d'autres, des ressources que peut offrir la capillarité, même dans les questions qui semblent n'avoir aucun point commun avec cette branche de la Physique.

Malheureusement, les nombreux travaux faits sur la détermination des tensions superficielles, ont conduit à des résultats fort contradictoires. Aussi le moment nous semble-t-il venu d'entretenir les lecteurs de cette *Revue* des résultats obtenus dans les expériences récentes, et de fixer l'état actuel de nos connaissances sur ce point de la Physique moléculaire.

De nombreuses méthodes ont été employées pour mesurer les tensions superficielles. Mais, les unes manquent de précision. D'autres, se rattachant au procédé dit « des larges gouttes », sont excellentes en principe, parce qu'elles éliminent l'influence de l'angle de raccordement, mais ne sont applicables que dans des cas particuliers. Aucune ne saurait, aussi bien que la méthode des tubes capillaires, convenir aux liquides très volatils, et se prêter aux mesures faites à des températures élevées. Il suffirait, pour cela, de renfermer liquide et tube capillaire, dans un tube assez large qu'on scellerait ensuite.

En raison de sa grande simplicité, c'est cette méthode qu'ont employée la plupart des physiciens, et c'est la seule que nous discuterons ici.

Si l'on mesure le rayon r du tube capillaire et la différence des niveaux h du liquide dans ce tube et le vase extérieur supposé assez large, la valeur de la tension superficielle A se déduit de la formule connue :

$$h = \frac{2A}{Dr}$$

où D représente le poids spécifique du liquide à la température de l'expérience.

Cette formule suppose que le tube a une section circulaire. Si cela n'était pas, il faudrait introduire un terme correctif, d'après la méthode indiquée par Édouard Desains [1]. La formule suppose, en outre, que l'angle de raccordement du liquide et du verre est rigoureusement nul. Si le liquide mouille le verre, — et presque tous les liquides sont dans ce cas, — il est nécessaire, avant toute mesure, de déterminer une ascension du liquide dans le tube, afin d'obtenir le mouillage des parois, et d'assurer une valeur nulle à l'angle de raccordement. Sans cette précaution, on serait exposé à des erreurs pouvant atteindre 50 °/₀. Mais la moindre trace d'impureté empêche souvent un mouillage satisfaisant du tube, et l'angle de raccordement prend une valeur α. Dans ce cas, la tension superficielle est donnée par la formule :

$$h = \frac{2A\cos\alpha}{Dr},$$

d'où l'on ne peut tirer que A cos α.

Malheureusement, la mesure directe de l'angle de raccordement offre de grandes difficultés, et, du reste, cet angle varie souvent, sans cause *apparente*, pour certains liquides. C'est ainsi que M. Quincke [1], qui mesurait directement cette quantité par un procédé optique, a trouvé que, pour l'eau placée à la température ordinaire dans l'air, l'angle de raccordement dépend de la nature et de l'âge du tube capillaire et peut atteindre jusqu'à 9°. Ce résultat a été, il est vrai, contredit par les travaux de M. Volkmann [2], qui trouve, après un nettoyage très soigné du tube, une valeur toujours nulle pour l'angle de raccordement de l'eau.

Quoi qu'il en soit, ces divergences, entre tant d'autres, justifient, en raison même des difficultés expérimentales rencontrées, le peu de confiance que l'on doit avoir dans un grand nombre de mesures faites dans l'air. C'est qu'en effet, un tube capillaire, placé en expérience dans l'air, reste constamment exposé à voir sa surface se souiller, et l'angle de raccordement du liquide qui le baigne risque de prendre une valeur différente de zéro.

Au contraire, avec le procédé du tube scellé, on évitera cette source constante d'erreurs, et si l'on a soin, avant de fermer le tube, de chasser tout l'air intérieur, avec une pompe à mercure et par une ébullition prolongée, les valeurs de la tension superficielle obtenues correspondront à des conditions théoriques simples et bien définies : *celles où le liquide n'est en contact qu'avec sa vapeur saturante.*

C'est par cette méthode qu'ont opéré MM. Ramsay et Shields [3], qui ont été amenés ainsi à faire une découverte capitale : à savoir, *que l'angle de raccordement d'un liquide, en contact avec sa vapeur saturante seule, est rigoureusement nul, jusqu'à quelques degrés du point critique.*

Toutefois, comme aux hautes températures, le poids spécifique d de la vapeur saturante acquiert une valeur comparable à celle du poids spécifique D du liquide sous la pression de la vapeur saturante, la tension superficielle sera alors donnée par la formule :

$$h = \frac{2A}{(D - d)r}.$$

De ce fait, l'influence de l'angle de raccordement

[1] *An. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. 51.

[1] *Wied Ann.*, t LII, 1894.
[2] *Wied Ann.*, t LIII, 1894.
[3] *Proceedings of the Royal Society of London*, t. LIII, 1893.

se trouve éliminée, et les mesures peuvent acquérir une grande précision.

Ces mesures, effectuées sur plus de cinquante liquides, ont conduit MM. Ramsay et Shields à l'énoncé d'une loi remarquable : *La tension superficielle d'un liquide est une fonction linéaire de la température comptée à partir de la température critique*, avec cette réserve que l'on exceptera les températures distantes de 5° ou 6° du point critique.

M. Pellat[1] a, du reste, montré qu'on pouvait prévoir ce résultat, au moyen d'un calcul très élégant, basé sur les principes de la Thermodynamique et sur cette hypothèse, très probable et justifiée du reste *a posteriori*, que la chaleur spécifique d'un liquide, en contact avec sa vapeur saturante seule, est la même dans la couche superficielle que dans la partie profonde.

MM. Ramsay et Shields ont remarqué, de plus, qu'à partir de quelques degrés au-dessous du point critique la tension superficielle cessait d'être une fonction linéaire de la température comptée à partir de la température critique.

Ce dernier résultat ne peut être dû qu'à un changement de poids moléculaire du liquide. Aussi, le problème de la variation de la tension superficielle aux températures voisines du point critique, tire-t-il son importance de ce fait que sa solution nous indiquera la façon dont se font les groupements moléculaires, au voisinage du point critique, et jettera quelque lumière sur la question, tant controversée malgré beaucoup de travaux, de l'état de la matière au point critique.

La difficulté réside dans l'évaluation précise de l'angle de raccordement. Si l'on prend un tube capillaire ayant un diamètre voisin de $0^{mm},1$, on pourra considérer la surface du ménisque comme sphérique. Un calcul simple montre que l'angle de raccordement est lié à la flèche f du ménisque par la formule :

$$\cos\alpha = \frac{2rf}{r^2 + f^2}.$$

La détermination du rayon r du tube capillaire peut se faire très exactement par la méthode de MM. Wolf et Desains. Au contraire, la mesure de la flèche du ménisque ne laisse pas de présenter quelque difficulté : car cette quantité devient très petite et tend vers zéro, quand on s'approche de la température critique.

J'ai trouvé qu'il y avait un réel avantage à employer, au lieu du cathétomètre généralement adopté dans ce genre de mesures, une machine à diviser dont la vis avait été dressée verticalement. Sur l'écrou mobile de l'instrument était fixée une petite lunette astronomique en tout semblable à une lunette de cathétomètre, et un niveau à bulle d'air solidaire de cette lunette servait à faire les réglages nécessaires à la précision des mesures. La machine à diviser ainsi disposée permettait de mesurer, à moins d'un millième de millimètre, la flèche du ménisque et la hauteur h dont la connaissance donne la valeur de la tension superficielle au moyen de la formule :

$$h = \frac{2A\cos\alpha}{D - d\,r}.$$

J'ai dû également renoncer à la forme d'appareil précédemment décrite (tube capillaire dans un tube plus large), car l'interposition des parois du tube extérieur entre la lunette et le ménisque à viser, produit des réfractions qui peuvent fausser les mesures. Pour me mettre à l'abri de cette cause d'erreur, j'ai mis le liquide étudié dans un tube en forme d'O allongé (fig. 1) dont les deux grandes branches rectilignes et parallèles étaient constituées l'une par un tube large et l'autre un tube capillaire. Les formules précédentes s'appliquent évidemment ici sans modification.

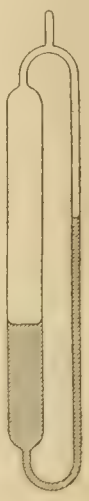


Fig. 1

Pour juger de la valeur de cette méthode, j'ai fait choix de l'anhydride carbonique dont les densités à l'état liquide et à l'état de vapeur saturante sont bien connues, surtout depuis les travaux de M. Amagat[1], qui a poussé ses expériences jusqu'à 1/10 de degré du point critique. La température critique de ce corps étant voisine de 31°, on n'a aucune difficulté pour maintenir bien constante la température du bain où est immergé le tube en expérience. On peut même, afin de faire les visées directement dans l'air, employer un procédé qui m'a été suggéré par la thèse de M. Mathias, et suspendre le tube en O dans l'atmosphère d'une salle dont la température a été rendue constante pendant plusieurs heures, par un système de poêles à gaz. J'ajoute enfin qu'il est nécessaire de prendre les précautions indiquées par M. Gouy pour éviter les phénomènes de retard à la vaporisation.

En opérant ainsi, j'ai obtenu, dans mes mesures de la tension superficielle, des nombres dont la concordance justifie pleinement la méthode que je viens d'exposer et que j'applique en ce moment à un certain nombre de corps, dans le but de rechercher la loi suivant laquelle leur poids moléculaire varie avec la température au voisinage du point critique.

E. Fontaine,
Professeur de Physique au Lycée de Sens.

[1] *C. R.* de l'Ac. des sciences, t. CXVIII p. 1193.

[1] *Journal de Physique*, 1892.

REVUE ANNUELLE DE BOTANIQUE

Cette revue est bien moins un exposé complet des travaux publiés en botanique, dont la liste seule excéderait les limites de la place qui nous est réservée, que la description des recherches offrant, au point de vue biologique, une importance assez grande pour intéresser les lecteurs même les moins versés dans l'étude des végétaux.

I. — Les Stomates et leurs relations avec la respiration, l'assimilation et la transpiration.

Les stomates, c'est-à-dire les orifices pratiqués dans l'épiderme des organes aériens des plantes sont, comme on le sait, des fentes laissées entre deux cellules appelées cellules stomatiques, qui peuvent s'élargir ou se rétrécir sous diverses influences et mettent en communication l'atmosphère interne des tissus avec l'extérieur. Leur rôle dans la circulation des gaz a été mis en évidence par des travaux déjà anciens de Sachs, Merget, Mangin, Wiesner et Molish.

M. Stahl, d'une part [1], et M. Frost Blackmann [2], de l'autre, par des procédés différents et au moyen d'expériences ingénieuses, ont mis hors de doute cette influence.

M. F. Blackmann recueille et dose immédiatement l'acide carbonique produit ou absorbé sur une certaine étendue des feuilles vivantes. Dans ce but, il emploie un appareil fondé sur le principe des expériences de Garreau, consistant en une pince dont les mors sont constitués par deux petits anneaux métalliques placés parallèlement entre eux ; les faces les plus externes sont fermées par des lames de verre, les faces les plus internes, ouvertes, s'appliquent sur les deux faces supérieure et inférieure de la même feuille où elles sont lutées avec soin. On a ainsi deux petites boîtes plates, hermétiquement closes, dont l'une des parois est formée par une surface foliaire vivante. A l'aide de tubes aboutissant sur les bords de ces boîtes, on peut y faire circuler un courant d'air pur ou chargé d'acide carbonique, et analyser l'atmosphère qui sort pour apprécier les changements que les surfaces foliaires y ont apportés.

L'acide carbonique est seul dosé au moyen d'un dispositif trop compliqué pour que nous puissions le décrire ici.

D'après M. Blackmann, les stomates constituent, dans les conditions normales, la voie ordinaire pour la sortie ou l'entrée de l'acide carbonique ; quand les stomates sont bouchés, il peut pénétrer encore, par osmose à travers la cuticule, une certaine quantité d'acide carbonique ; mais elle est insuffisante à cause de la faible tension de l'acide carbonique, et l'assimilation ne peut avoir lieu.

Deux conclusions formulées par l'auteur sont en contradiction avec les données reçues : d'une part, la cuticule des jeunes feuilles semblerait aussi perméable que la cuticule des feuilles âgées. Ce résultat est en contradiction non seulement avec les miens, mais encore avec ceux qui ont permis d'établir que la cuticule des jeunes feuilles est perméable à la vapeur d'eau.

D'autre part, les résultats de Garreau, qui ont été le point de départ d'une révolution dans nos idées sur la physiologie des échanges gazeux, seraient dus à l'imperfection de la méthode et aux conditions dans lesquelles il a opéré. M. Blackmann trouve que, dans une lumière vive, tout l'acide carbonique produit par la respiration est assimilé par les tissus, et il n'observe pas de dégagement de ce gaz.

Si, dans ses expériences, l'auteur n'a pas trouvé d'acide carbonique, il n'est pas autorisé à nier par cela même les résultats de Garreau, obtenus dans des conditions absolument différentes. Nous avons d'ailleurs, M. Bonnier et moi, fondé sur le procédé employé par Garreau, une méthode pour déterminer la véritable valeur des échanges gazeux chlorophylliens, et nous avons toujours obtenu les résultats indiqués par cet auteur.

M. Stahl a mis en évidence la nécessité des stomates d'une manière à la fois simple et originale. Il apprécie l'assimilation du carbone par la production d'amidon, qui en est la conséquence. Pour rechercher si, dans les conditions normales, la diffusion de l'acide carbonique à travers la cuticule est suffisante à l'entretien des tissus, il prend des feuilles adultes qui sont purgées de l'amidon contenu dans les corps chlorophylliens par un séjour de 12 à 20 heures à l'obscurité. Il expose ensuite les feuilles à la lumière. Celles qui ne ferment pas leurs stomates par la dessiccation (*Rumex*, *Callha*, *Calla*, etc.), peuvent encore assimiler, même quand elles sont fanées, car l'acide carbonique peut toujours pénétrer par les ostioles béants. Au contraire, les espèces dont les stomates se ferment pendant la dessiccation ne peuvent plus former d'amidon quand elles sont flétries. Ce n'est pas la perte d'eau qui a causé la cessation de l'assimilation,

[1] Stahl : Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. *Bot. Zeit.* 1894.

[2] Frost Blackmann : Experimental researches on vegetable assimilation and respiration. *Philosoph. Transactions of the Roy. Society of London.* Vol. CLXXXIV. 1895.

mais bien l'obstacle apporté, par la fermeture des stomates, à l'entrée de l'acide carbonique. En effet, si l'on bouche les stomates au moyen d'un mélange cireux, la formation de l'amidon cesse dans les feuilles ainsi préparées; mais, si l'on déchire la cuticule de manière à faciliter l'entrée de l'acide carbonique, on voit bientôt apparaître les grains d'amidon et seulement au voisinage des blessures ou des excoriations de l'épiderme.

Dans les conditions normales de pression, la perméabilité de la cuticule est donc insuffisante pour faire pénétrer l'acide carbonique nécessaire à l'assimilation. Toutefois, comme cette perméabilité augmente avec la pression, ainsi que je l'ai montré, l'introduction de l'acide carbonique dans l'air jusqu'à une valeur de 5 °/₀, permet, par diffusion, l'entrée d'une quantité suffisante de ce gaz pour que la formation d'amidon ait lieu dans toute la feuille.

Le mémoire de M. Stahl nous offre encore d'autres résultats intéressant le rôle des stomates et l'importance de la transpiration.

C'est à l'aide de papier imbibé d'une solution de chlorure de cobalt à 5 °/₀ que les variations de la transpiration sont appréciées, tout comme dans les hygromètres bien connus où un personnage revêtu d'une robe trempée dans ce sel indique, par les variations de la teinte bleue ou rose, le degré de saturation de l'atmosphère.

L'un des résultats les plus remarquables, et en apparence paradoxal, consiste à comparer, au soleil, la transpiration de deux feuilles, l'une déjà à moitié fanée et ayant fermé ses stomates sous l'influence d'un commencement de dessiccation; l'autre fraîche, ayant ses stomates ouverts. Cette dernière perd peu à peu la plus grande partie de l'eau qu'elle renfermait et, au bout de quelques heures, elle est complètement fanée; la première, au contraire, conservant ses stomates fermés, ne se dessèche pas davantage et à la fin de l'expérience elle est presque à l'état initial.

En outre M. Stahl montre que certaines plantes, habitant les régions humides, ne ferment pas leurs stomates par la dessiccation; leurs feuilles perdent progressivement l'eau de végétation et se flétrissent au bout de quelques heures.

On voit par là que dans les régions humides équatoriales la transpiration n'est pas aussi faible qu'on le croyait d'après les recherches de Haberlandt.

Nous possédons, en effet, très peu de données sur les conditions de la végétation des régions chaudes. Des observations très intéressantes faites par M. Lecomte [1] sur le *Musanga*, dans son voyage au Congo, nous donnent une idée de l'énorme quantité d'eau qui circule dans certaines espèces. Le *Musanga Smithii* (Urticée) est un arbre d'assez grande taille (20 à 25 mètres), qui croît dans les régions humides et laisse sortir par les blessures une grande quantité d'eau. L'un des troncs examinés pendant la saison des pluies a été sectionné à $1^m,60$ du sol; il avait un diamètre de $0^m,50$ à $0^m,40$. Pendant la nuit, de 6 heures du soir à 7 heures du matin, on a recueilli 9 litres 1/4 d'eau et le récipient en toile avait débordé), ce qui correspond, en chiffres ronds, pour une année, en supposant le débit constant, à une circulation énorme de 6.480 kilogrammes.

Cette observation vient à l'appui des résultats de M. Stahl sur l'importance de la transpiration dans une atmosphère humide; elle montre aussi que la poussée des racines a une valeur plus considérable que ne le pense M. Askenasy [1] dans l'ascension de la sève : car dans l'expérience de M. Lecomte, 20 heures après la section, l'arbre laissait encore écouler $0^l,360$ d'eau.

M. Stahl montre aussi que, dans nos climats, la fermeture des stomates produit des effets favorables ou défavorables; quand elle est nocturne, elle permet à la plante de réparer pendant la nuit la perte d'eau qu'elle a subie; lorsqu'elle a lieu à l'automne, elle produit un brusque arrêt de la transpiration, arrêt capable de déterminer la chute des feuilles.

II. — Assimilation de l'azote chez les plantes normales. L'acide cyanhydrique paraît être, pour certaines espèces, le premier produit de l'assimilation.

Les phénomènes de synthèse organique qui aboutissent à la formation des matériaux nécessaires à la croissance sont très complexes.

Nous avons déjà signalé à ce sujet, dans une revue antérieure, les premiers résultats de M. Sapoznikow relatifs à la formation des matières azotées dans les feuilles vertes concurremment à la fabrication des hydrates de carbone.

Rappelons en quelques mots le procédé opératoire [2]. L'auteur détache les feuilles de Vigne et de Ronce et les plonge par les pétioles dans une solution nutritive minérale de Knop. Il les expose à la lumière ou les place dans l'obscurité au sein d'une atmosphère assez chargée d'humidité pour empêcher le flétrissement. Au début des recherches la moitié de chaque feuille était enlevée et soumise à l'analyse; à la fin de chaque recherche la moitié des feuilles restant fournissait, par l'ana-

[1] H. Lecomte : Sur la mesure de l'absorption de l'eau par les racines. *C. R.*, t. CXIX, p. 181, 1894.

[1] Askenasy. E.: *Uber das Saftsteigen*, Heidelberg, 1895.

[2] Sapoznikow, *Eiweisstoffe und Kohlenhydrate der grünnen Blätter als Assimilations Producte*, Tomsk, 1894.

lyse, les quantités de sucre, d'amidon, de matières azotées et de matières non azotées formées ou détruites dans chaque expérience.

Si, dans ces conditions, on fournit aux feuilles une certaine quantité de nitrates, le gain en matières azotées et en hydrates de carbone, après 2 jours 1/2 d'exposition, est, respectivement, de 1gr,782 et 6gr,012. Dans l'eau distillée, pendant le même temps, la formation de matières azotées est 30 fois moindre, et la formation des hydrates de carbone a presque doublé. Il n'est pas nécessaire que l'azote soit fourni à l'état de nitrates, car une solution d'asparagine à 2, 5 et 3 °/₀ favorise aussi la formation de matières azotées.

Il est fâcheux que M. Sapoznikow n'ait pas essayé de fournir l'azote sous d'autres états, notamment à l'état de sels ammoniacaux, car il aurait pu apporter des données nouvelles, relativement à l'hypothèse qui considère les nitrates comme le seul aliment minéral des végétaux, toutes les autres substances azotées devant être préalablement remaniées par les micro-organismes du sol et amenées définitivement à l'état de nitrates.

Quoi qu'il en soit, les résultats de M. Sapoznikow établissent que, dans les feuilles vertes, il y a simultanément, à la suite des phénomènes d'assimilation, formation d'hydrates de carbone et de matières azotées. En outre, toutes les fois que, par suite de la privation de nitrates, la formation des matières azotées est entravée, la production des hydrates de carbone est augmentée.

D'autre part, si les nitrates sont en grande quantité et que l'éclairement soit modéré, l'inverse a lieu : ainsi, des feuilles dont le pétale plongeait dans une solution de nitrate à 5 % pendant trois jours, sont exposées, après l'enlèvement d'une moitié du limbe, pendant six heures, à un éclairage modéré : la quantité d'hydrates de carbone augmente faiblement, mais la proportion de matières azotées augmente de 1,372 pour la même surface.

La synthèse des matières azotées a donc lieu, d'une part, au moyen de la source d'azote nitrique fournie à la plante, d'autre part, au moyen des hydrates de carbone. Faut-il admettre, comme le veut M. Sapoznikow, que le premier produit de l'assimilation est constitué par des matières azotées et que les hydrates de carbone, qui ont servi jusqu'ici à la mesure de l'activité de l'assimilation, sont seulement des produits de dédoublement secondaires?

On est tout aussi fondé à croire le contraire d'après les résultats mêmes de l'auteur. Le produit immédiat de l'assimilation serait constitué par les hydrates de carbone, et les matières azotées seraient dues à une synthèse ultérieure suivant de si près l'assimilation qu'elle paraît se confondre avec elle, et dans laquelle les hydrates de carbone, en totalité ou en partie, seraient remaniés par l'activité des cellules.

La présence de la lumière, l'intensité de la décomposition n'auraient pas d'influence sur cette synthèse secondaire. En effet, dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, on constate une augmentation de richesse en hydrates de carbone ; mais la proportion des matières azotées demeure stationnaire.

On doit regretter que l'auteur n'ait pas étudié comment se comportent les feuilles coupées, riches en hydrates de carbone, à l'obscurité et en présence de nitrates. Les matières premières nécessaires à la synthèse des matières azotées étant en présence, il était intéressant de savoir si la synthèse peut se faire dans ces conditions?

Les matières azotées fabriquées dans les feuilles s'y accumulent en quantité plus ou moins grande quand celles-ci sont coupées ; comment se comportent-elles dans les feuilles normales? Dans l'obscurité, elles émigrent peu à peu en même temps que les hydrates de carbone de la feuille vers la tige.

M. Sapoznikow a étudié enfin la limite de l'assimilation : pour des feuilles coupées, placées dans les conditions normales, la limite de l'assimilation des hydrates de carbone est de 16 à 19 grammes par mètre carré chez les *Nitis*, et elle est obtenue après 10 jours ; chez les *Rubus* (*R. fruticosus*, *R. cæsius*) elle n'atteint que 14 à 16 grammes. La valeur maxima des hydrates de carbone solubles (sucre, etc.) est de 5 °/₀ chez *V. vinifera* ; 6 à 7 °/₀ chez le *V. Labrusca* et les *Rubus*. Dans une atmosphère riche en acide carbonique, ces nombres sont notablement dépassés.

Que la synthèse des matières azotées soit primordiale ou secondaire, le mécanisme de cette importante fonction chez les plantes à racines normales (excepté les Légumineuses et les plantes humicoles à mycorhizes) nous est encore inconnu. Nous savons que les nitrates sont décomposés dans les feuilles ; les bases se combinent aux acides organiques et l'acide azotique est décomposé en même temps que l'acide carbonique. Emmerling avait déjà, il y a quinze ans, indiqué les feuilles comme le siège de la décomposition de l'acide nitrique. Schimper a établi, dans son beau mémoire sur l'oxalate de chaux, que, dans les feuilles, ce sel, au moins celui qu'il désigne sous le nom d'oxalate de chaux secondaire, a pour origine la décomposition des nitrates. Quelles sont les réactions qui aboutissent à la formation des matières albuminoïdes?

Parmi les hypothèses émises à ce sujet, nous devons signaler surtout celle de M. Gautier, qui suppose dans tout composé albuminoïde un noyau constitué par l'acide cyanhydrique, dont le groupement serait diatomique ou tétratomique ; la molécule serait constituée par l'addition au noyau non saturé, de groupes diatomiques ou monoatomiques oxygénés, le plus souvent par des radicaux aldéhydiques. En outre, la facilité avec laquelle les composés à noyau cyanhydrique se polymérisent permet d'expliquer la formation des matières albuminoïdes et des corps qui en dérivent.

D'autre part, Pflüger admet aussi que le noyau formé par l'acide cyanhydrique existe dans l'albumine. Ce corps serait alors le pivot de toutes les combinaisons azotées.

Un récent travail de M. Treub, exécuté au Jardin botanique de Buitenzorg, à Java [1], vient fournir à ces hypothèses un solide appui et jette quelque lumière sur le mécanisme de l'assimilation de l'azote.

Un certain nombre de plantes, les Amygdalées notamment, fournissent, comme on le sait, de l'acide cyanhydrique par le dédoublement d'un glucoside, l'amygdaline, sous l'influence d'un ferment, l'émulsine. Dans la plante vivante, l'acide cyanhydrique ne peut pas se former, car l'*amygdaline* et l'*émulsine* sont localisées dans des cellules différentes ; c'est seulement en froissant ou en broyant les organes que ces deux corps réagissent et forment de l'acide cyanhydrique.

Chez d'autres plantes, et en particulier chez le *Pangium edule*, arbre très répandu dans la Malaisie et les Philippines, l'acide cyanhydrique existe à l'état de liberté ou engagé dans une combinaison si instable qu'il se dégage avec la plus grande facilité par les blessures faites à la plante.

On savait depuis longtemps que le *Pangium* renferme un principe toxique ; aussi les indigènes qui mangent les graines ne les consomment-ils qu'après les avoir fait macérer longtemps dans l'eau ou soumises à l'action de la chaleur.

M. Greshoff [2] montre, en 1892, que le principe toxique est constitué par l'acide cyanhydrique. Ce corps est renfermé en quantité assez considérable dans toutes les parties de la plante, sa proportion oscille entre 0,15 et 1 % du poids sec des divers organes ; dans les jeunes feuilles même, la proportion de 1 % est notablement dépassée.

Le nombre de plantes renfermant de l'acide cyanhydrique ou capables d'en fournir, autrefois restreint aux espèces de la tribu d'Amygdalées est, depuis les travaux de MM. Greshoff et Kobert, très considérable : citons les Asclépiadiées, les Bixacées, les Tiliacées, les Sapotacées, Euphorbiacées, les Aroïdées, etc., mais aucune d'elles n'en contient autant que le *Pangium*.

Il était difficile d'admettre le rôle protecteur de l'acide cyanhydrique, car certaines larves très préjudiciables aux massifs de *Pangium* sont précisément attirées par lui. Aussi M. Treub a-t-il cherché, par une étude très complète de la distribution de l'acide cyanhydrique, à se rendre compte de son rôle.

Pour reconnaître sa présence, il emploie la réaction du bleu de Prusse, obtenue en plongeant successivement les tissus dans une solution alcoolique de potasse à 5 %, dans une solution aqueuse de sulfate ferreux à 2,5 %, de chlorure ferrique à 1 %, et enfin dans une solution d'acide chlorydrique à 20 %. S'il s'agit d'organes massifs, on emploie des coupes qui ne sont pas trop minces ; quant aux feuilles, on les emploie entières après y avoir déterminé, au moyen d'une brosse à poils rudes, une infinité de petites plaies destinées à faciliter l'introduction des réactifs.

En analysant ainsi les divers tissus d'un *Pangium*, M. Treub montre que le liber et le péricycle renferment, dans toute la plante, de l'acide cyanhydrique, sauf la plantule de la graine qui en est dépourvue. En outre, on rencontre cet acide dans des cellules isolées au milieu des tissus et sans connexions avec le liber.

Dans l'écorce et la moelle de la tige et de la racine, ces cellules, désignées sous le nom de *cellules spéciales*, ne sont pas autrement différentes des cellules avoisinantes, sauf la présence du principe toxique ; mais, fait constant, ce dernier est accompagné d'une matière albuminoïde réfringente et homogène qui persiste alors que l'acide cyanhydrique a déjà disparu. La distribution et le nombre des cellules spéciales varie suivant l'état des organes. Elles constituent, en effet, d'après l'auteur, des « usines spéciales », où s'élabore l'acide cyanhydrique ; elles sont plus nombreuses dans les sommets de la tige qui présentent une période d'arrêt que dans ceux où la croissance est énergique ; cela s'expliquerait parce que, dans le premier cas, l'organe aura besoin, au moment où la croissance redeviendra active, d'une grande quantité de matériaux plastiques. De même, dans la moelle âgée, où l'activité a disparu, on trouve peu de cellules spéciales ; mais dans l'écorce, qui possède longtemps encore une vie active, ces réservoirs sont nombreux.

Enfin, dans les fruits en voie de développement, le nombre des cellules spéciales est beaucoup plus

[1] M. Treub : Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* Ruiw. *Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg*, Leyde, 1895.

[2] Greshoff : Eerste Verlag van het onderzoek, naar de Plantenstoffen von nederl. Indie. *Ann. de Buitenzorg*, vol. 9. 1890.

grand que partout ailleurs ; dans les graines, elle existent dans les cellules périphériques de l'endosperme et dans celles de l'assise appuyée contre les cotylédons.

L'étude de la feuille offre un grand intérêt, car c'est là surtout que l'acide cyanhydrique est abondant. En dehors du liber, où cette substance se rencontre comme c'est la règle, toutes les cellules du parenchyme peuvent en contenir et on n'observe pas de localisation spéciale. Dans l'épiderme, on trouve deux éléments où la localisation existe: ce sont les cellules basilaires des poils et les cellules à macles d'oxalate de chaux.

Ainsi, l'acide cyanhydrique existe, soit dans des cellules spéciales, soit dans les divers éléments du liber; seulement, dans les tissus massifs à parenchyme incolore, c'est le liber qui contient la majeure partie du produit, tandis que, dans les organes verts assimilateurs, le parenchyme et l'épiderme en sont remplis.

D'où vient l'acide cyanhydrique dans le liber? Bien que M Franck ait contesté récemment, d'après les observations de M. Blass, le rôle conducteur de ce tissu, M. Treub a montré que ce rôle n'est pas douteux. En comparant un grand nombre de pieds de *Pangium* sur lesquels on a réalisé des incisions annulaires corticales, le résultat obtenu a été constant : chez toutes les plantes examinées, tiges et pétioles, au bout de cinq à dix jours en moyenne, il n'existait plus de traces d'acide cyanhydrique dans le liber des régions situées au-dessous de l'incision; au-dessus de l'incision, ce corps était abondant. En outre, les incisions annulaires, ayant eu pour effet d'interrompre le courant d'acide cyanhydrique qui circule dans le liber, ont déterminé, dans les feuilles des végétaux traités, une accumulation plus grande que dans les feuilles des plantes normales.

Le rôle conducteur du liber dans le transport de l'acide cyanhydrique n'est donc pas douteux. Bien que la quantité de ce corps soit considérable, jamais l'auteur n'a observé le plus léger dégagement de ses vapeurs dans une atmosphère confinée; il a donc tous les caractères d'une substance sans cesse produite, sans cesse utilisée après une dispersion plus ou moins grande de son lieu d'origine; aussi l'hypothèse qui l'envisage comme un produit d'assimilation transitoire prend-elle déjà plus de consistance.

Les expériences réalisées sur les feuilles, qui rappellent par plus d'un point celles de Sachs, de Stahl sur la formation d'amidon, de Sapoznikow sur la formation de matières azotées, viennent encore confirmer le rôle physiologique de l'acide cyanhydrique.

Les feuilles de *Pangium* cultivées à l'obscurité perdent complètement leur réserve d'acide cyanhydrique au bout d'une quinzaine de jours en moyenne; elle est, en faible partie, transportée dans les tiges, mais seulement au début; le reste est consommé sur place par les tissus des feuilles. Inversement, les feuilles des plantes cultivées à l'obscurité et dépourvues d'acide cyanhydrique, reforment ce corps par une nouvelle exposition à la lumière. C'est donc bien dans les organes d'assimilation qu'il est formé.

M. Treub est amené à résoudre la question suivante : L'acide cyanhydrique est-il un produit direct de l'assimilation ou bien est-il consécutif à celle-ci?

Les feuilles croissant dans les conditions normales, mais partiellement recouvertes de lames d'étain, ont montré, après plus d'un mois, autant d'acide cyanhydrique dans les régions soustraites à l'action de la lumière que dans les parties éclairées; de plus, les feuilles des plantes étiolées, développées et cultivées longtemps à l'obscurité, en contenaient beaucoup, non seulement dans le liber, mais dans les cellules spéciales. L'influence des radiations n'est donc pas nécessaire pour la formation de l'acide cyanhydrique; cette synthèse n'est pas directement dépendante de l'assimilation du carbone.

Deux conditions sont indispensables pour la la production de cet acide dans les feuilles : 1° la présence d'hydrates de carbone; 2° la présence de substances inorganiques azotées, probablement de nitrates, amenées par la sève ascendante.

L'hydrate de carbone nécessaire n'est pas constitué ici, contrairement à ce qu'on observe pour d'autres plantes, par de l'amidon, car les feuilles du *Pangium* n'en contiennent normalement pas ; c'est un sucre réducteur, probablement du glucose, qui existe en très grande quantité dans les divers tissus et notamment dans les cellules de l'épiderme, cellules basilaires des poils, cellules oxalifères, que l'auteur a déjà signalées comme des centres de production d'acide cyanhydrique. Il n'a pas été possible cependant de faire apparaître cet acide en faisant flotter des feuilles sur des solutions de sucre.

En ce qui concerne la nature du principe azoté nécessaire à la synthèse de l'acide cyanhydrique, il n'a pas été pas été possible non plus, à l'aide des expériences semblables à celles de M. Sapoznikow, en laissant séjourner les feuilles dans des solutions de nitrates ou d'autres sels, de faire apparaître cet acide; d'autre part, les nitrates n'existent pas en quantité notable dans la tige, les feuilles ou les pétioles, chez les individus pourvus d'un feuillage abondant ; on les voit au contraire nettement dans les racines des indi-

vidus dont le système foliaire est peu développé.

On pouvait donc supposer que, si la plante utilise les nitrates, ceux-ci ne circulent qu'à un grand état de dilution et, incapables de s'accumuler dans les tissus, ils sont immédiatement décomposés dans les feuilles.

Mais s'il n'a pas pu démontrer rigoureusement que ces sels sont utilisés, M. Treub a établi, par des expériences ingénieuses, que l'azote est amené aux feuilles par la sève ascendante.

Les jeunes pieds de *Pangium* présentent souvent une, parfois deux feuilles inférieures, dépourvues d'acide cyanhydrique, bien qu'elles soient très saines et riches en hydrates de carbone. M. Treub a pensé que l'absence du premier corps pourrait être due à un arrêt de la circulation d'eau, arrêt produit par la vigueur des feuilles supérieures qui détournent à leur profit tout le courant de sève ascendante. En effet, l'ablation des feuilles supérieures, qui ramène le courant dans les feuilles inférieures, est bientôt suivie de l'apparition, dans ces dernières, de l'acide cyanhydrique.

D'autre part, la section des vaisseaux dans les nervures de certaines feuilles, quoique plus difficile à réaliser, a eu pour effet, en supprimant l'arrivée de la sève ascendante, de déterminer aussi, dans les lobes traités, la disparition de l'acide cyanhydrique.

En résumé, des diverses expériences et observations que nous avons dû écourter, M. Treub a conclu que, « dans le *Pangium edule*, l'acide cyanhydrique est le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote. »

Ce corps résulterait dans les feuilles d'une synthèse consécutive à l'assimilation du carbone au moyen de sucres réducteurs produits par cette fonction et de sels inorganiques, probablement des nitrates amenés par la sève ascendante. Cette synthèse n'exigerait pas le concours des radiations solaires.

Une fois formé, l'acide cyanhydrique serait utilisé sur place ou distribué par les éléments du liber, fibres péricycliques dans les tissus jeunes, tubes criblés dans les tissus âgés, dans toutes les parties de la plante.

L'objection tirée de la rareté de l'acide cyanhydrique n'est pas un obstacle à l'adoption de l'hypothèse de M. Treub : car on peut concevoir que cette substance, au lieu d'exister à l'état libre ou de combinaison très instable comme dans le *Pangium*, puisse être, dans la plupart des autres plantes, et avant de pouvoir circuler dans les tissus, engagée dans une combinaison déjà assez stable pour qu'il ne soit pas facile de déceler sa présence. La série des actions complexes qui aboutissent à la constitution des matières azotées, au lieu de présenter un moment d'arrêt au stade cyanhydrique, présenterait cet arrêt à un stade plus avancé, que nous ne connaissons pas et que d'ailleurs personne n'a songé à rechercher.

Cela est d'autant plus vraisemblable que, pour les composés hydrocarbonés, nous connaissons deux stades différents de leur synthèse; le plus général est le stade amidon; mais, et le *Pangium* nous en offre un exemple, le premier produit visible, résultant de l'assimilation du carbone est constitué par du sucre.

Les belles recherches de M. Treub ouvrent une voie nouvelle à l'activité des physiologistes.

III. — Sensibilité, excitabilité héliotropiques et géotropiques. — Réactions par lesquelles elles se manifestent.

Tout le monde sait que les racines et les tiges manifestent une tendance à se diriger verticalement, les racines en bas, les tiges en haut, et que, si l'on place une racine ou une tige dans une situation horizontale, elles ne tardent pas à se courber dans la région de croissance pour se diriger verticalement en haut (la tige) ou en bas (la racine). Les courbures ainsi produites ont été depuis longtemps attribuées à l'influence de la pesanteur et on les a nommées *courbures géotropiques*. La propriété que possèdent les racines ou les tiges d'obéir à l'action de la pesanteur, est désignée sous le nom de *géotropisme*.

D'autres influences peuvent encore modifier la direction d'un organe, en particulier les radiations. Il n'est personne qui n'ait vu les tiges des plantes placées devant une fenêtre, s'incliner vers celle-ci comme si elles cherchaient à recevoir plus de lumière. L'influence directrice exercée par les radiations est appelée *héliotropisme*, ou mieux *phototropisme*, et les courbures provoquées par un éclairage unilatéral sont les courbures *héliotropiques*.

Si les conditions dans lesquelles se produisent ces phénomènes sont assez bien connues, l'étude du mécanisme qui les provoque nécessitait encore de nouvelles recherches.

Darwin avait le premier remarqué que, dans les tiges, le sommet seul est héliotropiquement sensible, et que de ce point, une excitation héliotropique se propage dans la partie inférieure et occasionne une forte courbure dans cette région, entièrement privée de la sensibilité héliotropique.

L'idée de Darwin n'a pas été acceptée par tous les botanistes, et M. Wiesner, auquel on doit des travaux importants et remarquables sur ces phénomènes, a combattu l'idée de la transmission d'une excitation héliotropique de la manière la plus nette.

Les travaux de M. Rothert et de M. Czapeck, entrepris à l'Institut Botanique de Leipzig, offrent, sur la sensibilité et les réactions héliotropiques et géotropiques, avec d'ingénieuses recherches, des données précises qui font le plus grand honneur au professeur, M. Pfeffer, qui les a inspirées.

M. Rothert[1] a traité de l'héliotropisme, c'est-à-dire des courbures provoquées par un éclairage unilatéral sur des plantes cultivées dans l'obscurité. Comme il était nécessaire de pouvoir éclairer seulement une partie des organes étudiés en laissant les autres à l'obscurité, l'auteur emploie des tubes ou des lames de carton noir ou d'étain pour protéger soit le sommet, soit la partie inférieure des plantules étudiées.

Les premières recherches ont été entreprises avec des plantules de Graminées (*Avena sativa*, *Phalaris canariensis*, etc.). Deux séries de plantules, aussi comparables que possible, sont placées à la même distance d'une source de lumière; dans l'une, les plantules étaient entièrement éclairées, dans l'autre, le sommet était protégé contre la radiation par une coiffe en papier ou en étain (fig. 1). Après quelques heures, les premières étaient courbées depuis la base et formaient, avec la direction verticale, un angle variant de 50° à 70°; les secondes, à sommet protégé contre la radiation, présentaient une courbure de 15° à 30°.

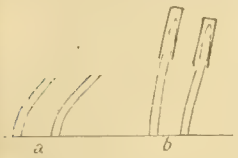


Fig. 1. — *a, plantules entièrement éclairées; b, plantules à sommet non éclairé.*

On voit que, non seulement le sommet du cotylédon, mais encore la partie inférieure est sensible héliotropiquement, puisque celle-ci se courbe dans toute sa longueur quand le sommet est soustrait à l'action de la radiation. Mais la sensibilité du sommet est plus grande que celle de la partie inférieure, car la courbure provoquée par l'éclairement de cette dernière partie est bien plus faible que la courbure consécutive à l'éclairement du sommet.

D'autres recherches montrent que la zone sensible est constituée par la région de croissance du cotylédon ; mais la sensibilité est constante partout, sauf dans la région très courte du sommet qui possède une sensibilité propre considérable. Cette dernière, y compris l'extrême sommet, a une longueur de 1mm,5.

Pour mettre en évidence la propagation de l'excitation, on place des plantules dans des pots, et on les recouvre avec de la terre fine et sèche, de manière à ne laisser dépasser que le sommet (fig. 2). Au bout de quelques heures, toutes les plantules sont courbées jusqu'à la base, dans la partie soustraite à l'action de la lumière ; la courbure est d'abord faible et située au voisinage du sommet, puis elle

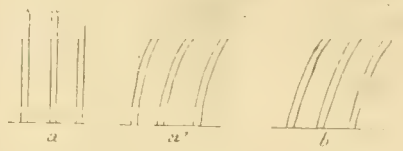


Fig. 2. — *a, plantules enterrées dont le sommet seul était éclairé; a', les mêmes après l'éclairement; b, plantules exposées dans le même temps à un éclairement complet.*

se produit progressivement de plus en plus bas, jusqu'à l'insertion du cotylédon. L'excitation héliotropique perçue au sommet se propage donc de celui-ci dans les régions inférieures demeurées obscures, et y détermine des courbures très prononcées; la direction est basipète, elle n'est jamais acropète, au moins chez les plantules d'avoine.

En outre, si on éclaire, comme l'a fait l'auteur, avec des sources d'égale intensité, la partie supérieure du cotylédon d'avoine sur l'une des faces et en même temps la face opposée de la région inférieure (fig. 3), on constate, au bout de quelques heures, une courbure en forme d'S, due à la réaction sur place des régions sensibles à la radiation (fig. 3, II); mais, si l'expérience a une plus longue durée, l'excitation perçue par le sommet se propage peu à peu jusqu'à la base du cotélydon, et, comme elle est plus puissante que la réaction de la région basilaire, la courbure propre à cette dernière partie s'efface plus ou moins complètement (fig. 3, III).

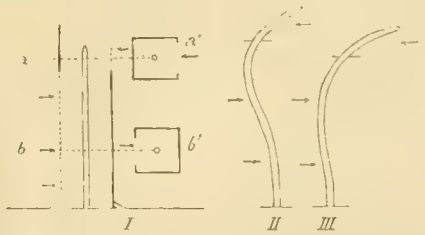


Fig. 3. — I, *plantule éclairée en b dans sa partie inférieure, et du côté opposé en a', à sa partie supérieure.* II, *la même après une certaine durée de l'éclairement.* III. *la même après une durée plus grande.*

Ces expériences montrent nettement: 1° que l'excitation héliotropique se propage du sommet vers la base ; 2° qu'elle possède une intensité supérieure à celle qui est engendrée, dans la région basilaire, par la sensibilité héliotropique propre à cette région.

Il restait à établir la voie suivie par cette excitation. A cet effet, de deux séries de plantules, l'une sert de témoin; dans l'autre on pratique sur

[1] Rothest W. : Ueber Heliotropismus, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*. Band. VII, 1894.

les plantules la section des deux faisceaux du cotylédon au moyen de la pointe d'un scalpel très fin, et on expose les deux séries à la lumière après avoir recouvert la partie inférieure de papier (fig. 4). Au bout de six heures, les plantules mutilées présentent une courbure héliotropique presque aussi prononcée que les plantules normales; après l'observation, on s'est assuré que les faisceaux avaient été réellement coupés.

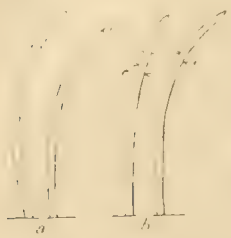


Fig. 4. — *a, plantules normales; b, plantules dans lesquelles les faisceaux ont été coupés en c; — toutes examinées après la même durée d'éclairement.*

La propagation de l'excitation héliotropique n'a pu avoir lieu que par le parenchyme du tissu fondamental. Cette propagation, qui eût été incompréhensible il y a dix ans, s'explique aujourd'hui avec une grande netteté depuis la découverte des communications protoplasmiques.

La vitesse de propagation paraît être assez faible, sa valeur maxima a atteint, chez les tiges de *Brodiæa congesta*, une valeur de 2 centimètres par heure; comme on le voit, cette vitesse est bien inférieure à celle qu'on observe dans les mouvements provoqués par des chocs ou des ébranlements sur certaines plantes, la Sensitive par exemple. Cela suffit à montrer, comme l'a déjà dit M. Pfeffer, que les excitations propagées à travers les tissus sont de nature variable.

Après avoir étudié surtout l'*Avena sativa*, M. Rothert a examiné un certain nombre de Graminées : *Avena brevis*, *Bromus inermis*, seigle, orge, etc., qui ont fourni des résultats identiques. Cependant les *Panicées* lui ont offert des différences intéressantes à signaler. Chez le *Setaria viridis* par exemple, le cotylédon seul est héliotropiquement sensible, la tige hypocotylée, dépourvue de toute sensibilité, peut se courber sous l'influence de l'excitation héliotropique transmise par le cotylédon.

L'auteur a examiné ensuite les plantules de germination des Dicotylédones et obtenu des résultats semblables à ceux qu'ont fournis les Monocotylédones. Chez toutes les espèces étudiées, et contrairement à l'affirmation de Darwin, la région capable de produire des courbures est héliotropiquement sensible.

La sensibilité héliotropique est souvent, à la vérité, répartie d'une manière inégale; presque toujours il existe une courte région à partir du sommet (quelques millimètres) caractérisée par une très grande sensibilité, tandis que le reste de la plantule possède une sensibilité faible (Avoine).

Dans quelques cas la sensibilité héliotropique est uniformément répartie (Capucine), et l'on peut trouver tous les passages entre les plantes à sensibilité terminale très forte et celles où la sensibilité est uniforme. Les plantules de Carotte, par exemple, sont, à ce point de vue, intermédiaires entre l'Avoine et la Capucine.

Les recherches exécutées sur les feuilles, les pétioles et les tiges, conduisent à des conclusions semblables : ainsi le pétiole des feuilles de la Capucine est uniformément sensible, tandis que, dans la tige du Dahlia, une courte région, voisine du sommet, est plus sensible que la partie inférieure. Seulement l'extrême sensibilité du sommet n'est pas la règle dans les tiges, car celle du *Vicia sativa* d'après Rothert, celle de l'Asperge d'après Darwin sont régulièrement sensibles.

Dès que les radiations unilatérales frappent un organe, elles déterminent dans le protoplasme une modification inconnue qui est capable de provoquer, au bout d'un temps plus ou moins long et après que la cause déterminante a cessé d'agir, une courbure plus ou moins prononcée. M. Rothert désigne la faculté de perception des radiations unilatérales sous le nom de sensibilité héliotropique (*heliotropischen Empfindlichkeit*), et la faculté de provoquer une courbure plus ou moins prononcée sous le nom d'*excitation héliotropique heliotropischen Reiz*). Ces deux propriétés correspondent à des modifications différentes du protoplasme qui ne sont pas nécessairement liées l'une à l'autre. Ainsi, l'excitation héliotropique qui succède à la perception peut être directe, c'est-à-dire se produire au lieu même de l'excitation dans les organes éclairés : mais elle peut être indirecte, c'est-à-dire se produire à une certaine distance de la région où la perception a eu lieu, et dans un organe maintenu à l'obscurité.

Bien plus, certains organes, tels que la tige hypocotylée des Panicées, ne sont pas impressionnables par un éclairage unilatéral; mais ils peuvent se courber à l'obscurité ou à la lumière sous l'influence que leur transmet le cotylédon. La tige hypocotylée des Panicées est donc héliotropiquement excitable, mais elle n'est pas héliotropiquement sensible.

La courbure des organes, c'est-à-dire la réaction qui succède à la perception et à l'excitation produites par un éclairage unilatéral, dépend de plusieurs facteurs : de la structure anatomique, de l'épaisseur des organes, de l'activité de la croissance, et de l'excitabilité héliotropique. La faculté de courbure est proportionnelle à ces deux derniers facteurs, inversement proportionnelle à l'épaisseur.

Si toute la région de croissance est capable de traduire, par des courbures, l'excitation produite par la lumière dans les organes héliotropiquement sensibles, le maximum de croissance ne concorde

pas toujours avec le maximum de la faculté de courbure. M. Wiesner avait déjà signalé le fait, mais M. Rothert, après l'avoir vérifié, l'explique très nettement de la manière suivante. Dans des conditions égales (même structure anatomique et même épaisseur), la production des courbures en un point déterminé d'un organe dépend de deux variables : d'une part, de l'intensité de croissance, d'autre part, du degré de sensibilité héliotropique. Quand cette dernière est également répartie, les diverses zones de l'organe se courbent suivant l'intensité de la croissance, et il y a concordance entre le maximum de croissance et le maximum de courbure. Quand la concordance n'existe pas, cela tient à ce que la sensibilité héliotropique est différente dans les divers points de l'organe.

Par exemple, si deux zones de croissance inégale se courbent également, la plus sensible est celle de plus lent accroissement. C'est ainsi que dans le cotylédon de l'Avoine, la région de 3 millimètres à partir du sommet se distingue par une sensibilité héliotropique bien plus grande que la zone inférieure d'accroissement rapide.

On voit, en résumé, que les courbures héliotropiques ne peuvent pas s'expliquer, comme on le fait généralement, par l'action *directe* d'un éclairement unilatéral, provoquant, sur toutes les génératrices d'une même zone, une croissance inégale dont le maximum chez les plantes positivement héliotropiques correspondrait à la génératrice la moins éclairée, et le minimum à la génératrice la plus éclairée[1].

La possibilité de produire des courbures dans un organe héliotropiquement insensible, tel que la région hypocotylée des Panicées, maintenue à l'obscurité, par la transmission d'une excitation venue du cotylédon et perçue par lui, suffit pour montrer que l'explication admise jusqu'ici ne s'accorde pas avec les faits.

Il n'est pas possible, non plus, d'admettre l'hypothèse de M. Wiesner sur l'existence de tractions et de pressions exercées par le poids du sommet. M. Rothert réfute, par un certain nombre d'expériences, cette hypothèse, désignée par M. Wiesner sous le nom de « *Zugwachsthum* ». L'exiguïté de cet article ne me permet pas de discuter cette partie du mémoire, qui a donné lieu à une controverse assez vive.

Retenons seulement, pour résumer le beau travail de Rothert, que, dans les organes en voie de croissance, le protoplasme des cellules possède deux propriétés, souvent indépendantes l'une de l'autre : la sensibilité héliotropique et l'excitabilité héliotropique. Quand la première est mise en jeu dans un groupe cellulaire par un éclairement unilatéral, elle provoque des modifications encore inconnues de la masse protoplasmique qui donnent naissance à la seconde, c'est-à-dire à une excitation. Cette excitation se propage lentement de cellule à cellule, et détermine, soit immédiatement au siège de la perception, soit médiatement dans les régions non éclairées ou même complètement insensibles des modifications de croissance qui se traduisent par les courbures héliotropiques.

Par quel mécanisme se produisent ces modifications de croissance? Nous l'ignorons encore. On pourrait, il est vrai, pour expliquer le cas singulier de tige hypocotylée du *Panicum*, héliotropiquement excitable mais insensible, dire que le protoplasme des cellules de cette région a perdu la propriété de percevoir les radiations qui provoquent les inégalités de la croissance, mais qu'il a conservé l'excitabilité héliotropique. Alors, dès que le cotylédon lui envoie le courant provoqué par l'éclairage unilatéral, il réagit sous l'influence de ce courant, tout comme il l'aurait fait sous l'action directe de la lumière, en provoquant les mêmes modifications de croissance.

Cette explication suppose que la tige hypocotylée du *Panicum* a été, à un moment donné, héliotropiquement sensible. Cela n'est pas invraisemblable, car M. Rothert montre que chez un certain nombre de plantes, quand la croissance a cessé, que, par conséquent, les tiges ont perdu la faculté de produire des courbures héliotropiques, la sensibilité et l'excitabilité héliotropiques persistent ; il pense même que ces propriétés, ou l'une d'elles au moins, sont conservées jusqu'à la mort des cellules.

Avant de formuler une explication plus complète de ces mouvements, de nouvelles recherches s'imposent. Si de faibles variations d'intensité lumineuses suffisent pour provoquer une forte courbure dans un sens ou dans l'autre[1], il sera intéressant de savoir comment varient, dans ces conditions, l'excitabilité et la sensibilité héliotropiques. M. Rothert n'a pas étudié, malheureusement, l'influence des variations d'intensité lumineuse : c'est une lacune à combler.

Le travail publié par M. Czapek[2] n'est pas moins intéressant : car il complète sur le géotropisme, et d'une manière très originale, les recherches de M. Rothert.

La donnée de Darwin, relative à la disparition du géotropisme dans la racine primaire à la suite

[1] Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 2e édit., 1re partie, p. 122.

[2] Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 123.

[2] Czapek (Friedrich). Untersuchungen über Geotropismus : *Jahrbücher f. Wissensch. Botanik*, 1895, p. 243-339.

de l'ablation du sommet, a été souvent discutée et critiquée. Déjà MM. Wiesner et Molish avaient montré, contrairement aux résultats de M. F. Darwin et Kirchner, que la croissance des racines décapitées est plus faible que celle de la racine normale.

M. Czapek vérifie d'abord ce fait et montre que la différence des résultats obtenus tient d'abord à la grandeur du tronçon enlevé ; si ce tronçon est trop faible, on observe encore une croissance voisine de la normale et un très faible géotropisme. D'ailleurs, la décapitation des racines produit un tel ébranlement qu'on ne peut guère s'appuyer sur ce procédé pour démontrer la sensibilité géotropique du sommet.

M. Rothert[1] a consacré, dans le travail analysé plus haut, un chapitre aux effets de la décapitation des plantules, et il montre que cette opération, réalisée sur le cotylédon des Graminées, produit deux actions indépendantes : 1° une diminution plus ou moins grande de l'intensité de croissance ; 2° une disparition complète de la sensibilité héliotropique et géotropique ; ces deux actions sont toutefois transitoires et durent seulement quelques heures. Elles ne sont pas dues à la suppression du sommet, mais à la blessure produite, qui occasionne une excitation se propageant dans tout le cotylédon et même, chez les Panicées, dans la tige hypocotylée.

Pour s'affranchir du trouble apporté dans les tissus par l'ablation du sommet, M. Czapek a imaginé une méthode à la fois élégante et simple, qu'il appelle méthode de la déviation du sommet : *Spitzenablenkung*. Voici en quoi elle consiste : Des plantules de germination sont placées sur un clinostat de manière à équilibrer l'action de la pesanteur. D'autre part, on prépare un petit tube d'un diamètre un peu plus considérable que le diamètre de la racine principale ; on le recourbe à angle droit et l'on ferme à la lampe l'une des extrémités longue de 1 mm. 5 à 2 millimètres ; l'autre extrémité, de même longueur, reste ouverte. On place alors ce petit tube sur le clinostat en le fixant avec un peu de cire molle, de manière que l'extrémité d'une racine soit engagée dans l'ouverture de l'une des branches. La racine continue à croître en s'enfonçant dans le tube, et lorsqu'elle arrive au niveau de la courbure, elle se courbe à angle droit pour s'allonger dans la branche courbée, qu'elle remplit bientôt. Ce résultat est obtenu à une température de 18 à 19° en 8 ou 10 heures. Il est nécessaire, pour réussir, que le petit tube de verre qui coiffe le sommet puisse être retiré ou replacé facilement : car, s'il était trop juste, il provoquerait, par la compression de la racine, des troubles dans la croissance et enfin la mort du point végétatif.

Si la coiffe de verre a des dimensions convenables, la végétation de la racine n'est pas modifiée ; quant au poids même de cette coiffe, il est trop faible pour produire une modification notable de la croissance.

Les observations faites avec les racines ainsi préparées sont très intéressantes (fig. 5) :

Quand la racine est placée dans une situation horizontale, de manière que le sommet enveloppé de sa coiffe de verre soit dirigé verticalement en bas, on n'observe aucune courbure géotropique (fig. 5 *b*) ; la racine croît dans la direction que possède la zone de croissance, c'est-à-dire la direction horizontale : on voit donc que cette région est insensible à l'excitation géotropique.

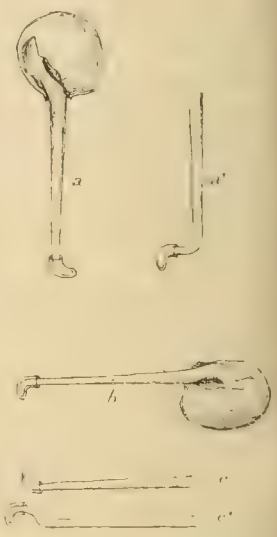


Fig. 5. — *a, racine avant l'action de la terre ; a' la même quelques heures après ; b, situation de la racine dans laquelle les courbures ne se manifestent pas ; c, situation initiale de la racine ; c', la même après l'action de la terre.*

On place ensuite la racine verticalement, de manière que la région de croissance occupe la situation normale, le sommet étant horizontal (fig. 5 *a*) ; au bout de quelques heures, il se produit dans la région de croissance une courbure géotropique dont la convexité est dirigée du côté vers lequel le sommet était primitivement placé ; ce dernier décrit ainsi peu à peu un angle de 90°, qui le ramène dans la situation normale où l'action de la pesanteur s'exerce également sur toutes les faces (fig. 5 *a'*.)

Le sommet de la racine seul est donc géotropiquement sensible ; l'action de la pesanteur perçue dans cette région s'est transformée en une excitation géotropique qui, transmise dans la zone de croissance, y a déterminé des courbures destinées à ramener le sommet dans la situation normale.

Si la racine est placée horizontalement, mais de manière que le sommet soit dirigé en haut (fig. 5 *c*), on aperçoit bientôt, dans la région de croissance, une courbure destinée à replacer peu à peu le

[1] Rothert : Ueber Heliotropismus, Ueber die Wirkung der Decapitation bei Gramineen-Keimlingen. *Loc. cit.*, p. 191.

[2] Pfeffer (W) : Ueber die geotropische Sensibilität der Wurzelspitze nach dem von D. Czapek im Leipziger botanischer Institut angestellten Untersuchungen. *Bericht. d. math. phys. Cl. der Konig. Sächss Gesells. der Wissensch zu Leipzig*, 1894.

sommet dans la direction normale (fig. 5, *c'*). En orientant de diverses manières les racines dont le sommet est courbé par le procédé de M. Czapek, le résultat obtenu est constant : si ce sommet occupe la situation normale, on n'observe pas de courbures géotropiques, quelle que soit la situation de la zone de croissance ; mais, s'il n'occupe pas cette situation, on voit apparaître des courbures géotropiques variées, qui le ramènent à cette situation.

Par suite, le sommet de la racine sur une longueur de 1,5 à 2 millimètres, la coiffe non comprise, est seul géotropiquement excitable. La région de la coiffe n'est pas sensible et peut être enlevée sans que la perception soit troublée. Ces résultats s'appliquent non seulement à la racine principale mais encore aux racines latérales.

Dans les tiges, la séparation de la région sensible et de la région excitable n'est pas toujours aussi nette que dans la racine. En opérant avec les plantules d'*Helianthus*, de *Linaria genistæfolia*, les tiges d'*Hippuris*, M. Czapek a trouvé que la zone de sensibilité géotropique concorde le plus souvent avec la plus grande partie de la région de croissance ; la perception et la réaction ont donc lieu au même endroit, contrairement à ce que nous venons de voir pour la racine.

La faculté de réaction géotropique d'un organe, c'est-à-dire la production des courbures, est modifiée, de la même manière que la croissance, par les influences extérieures ; mais la sensibilité géotropique persiste encore dans les conditions où cesse la faculté de réaction. Ainsi, l'abaissement de la température, l'absence d'oxygène qui suppriment cette dernière, permettent encore à la sensibilité géotropique de se manifester, après plusieurs heures, par des courbures, quand la racine est replacée dans les conditions normales.

D'autre part, si l'on supprime mécaniquement, par l'immersion dans le plâtre, la faculté de réaction d'un organe, celui-ci conserve sa sensibilité géotropique, et si on le soumet à l'induction produite par la pesanteur, quand il est immergé dans le plâtre, il manifeste les courbures géotropiques dès que la gaine de plâtre est enlevée (racines de Lupin, plantules de Soleil). M. Czapek a cherché à vérifier si, comme l'ont dit Sachs, Fr. Darwin et miss Anna Bateson, la situation horizontale des organes orthotropes constitue l'optimum des plus fortes courbures. Il a fixé des organes divers, racines ou tiges, sur des planchettes formant divers angles d'inclinaison en empêchant la courbure géotropique par un obstacle mécanique. Après un certain temps d'induction (trois, six ou huit heures) les organes sont placés dans un clinostat et l'on mesure les courbures produites.

Le résultat obtenu a été constant : pour les racines la grandeur de la réaction croît avec l'angle d'inclinaison, mesuré sur la verticale, jusqu'à une valeur maxima obtenue à 135° (c'est-à-dire à 45° au-dessus de l'horizontale) ; pour les entrenœuds de seigle elle croît jusqu'à 120° (c'est-à-dire 30° au-dessous de l'horizontale), à partir de là et jusqu'à 180° elle décroît graduellement jusqu'à devenir nulle, mais seulement pour le seigle.

La situation horizontale des organes orthotropes n'est donc pas celle pour laquelle on observe les plus fortes courbures géotropiques. En outre, les résultats montrent que pour les nœuds des Graminées aucune courbure ne peut avoir lieu pour la situation verticale retournée, tandis que les racines placées verticalement, mais le sommet en haut, sont capables de produire des courbures.

Sachs a dit le premier que les courbures géotropiques observées dans une racine placée verticalement, mais retournée, sont dues à ce que celle-ci, par des mouvements de nutation, ne reste pas rigoureusement verticale et que l'action de la terre, inégale sur les diverses génératrices de l'organe, provoque des courbures géotropiques. Si, en effet, comme l'a fait M. Czapek, on supprime ces mouvements de nutation en immergeant la racine dans du plâtre, on remarque que les courbures géotropiques ne se produisent plus quand la racine est placée verticalement, le sommet en haut.

Chez les racines latérales dont la direction forme, on le sait, un certain angle avec la direction verticale, le maximum de réaction géotropique existe pour un angle de 30 ou 60° avec leur direction.

Il était intéressant de connaître la relation qui existe entre la grandeur de la réaction géotropique et l'intensité de la force qui, perçue par la région sensible, détermine les courbures. On savait déjà, par les recherches de Sachs, de MM. Elfving et Fr. Schwartz que cette réaction augmente avec l'intensité de la force qui les provoque. L'auteur a cherché à mesurer la durée de l'excitation latente, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le début de l'induction et le début de la réaction. Pour cela, les plantes sont placées sur un clinostat à vitesse variable, et disposées de manière qu'on puisse les observer sans les retirer de l'appareil.

Voici les résultats obtenus :

Intensité de la force centrifuge. *g* représente l'accélération de la pesanteur.	Durée de l'excitation latente.
38 à 35 *g*	3/4 d'heure.
28 à 10 *g*	1 heure.
7 à 4 *g*	1 h. 1/2.
3,5 à 0,9 *g*	1 h. 3/4.
0,6 *g*	2 h. 1/2.
0,5 à 0,4 *g*	3 heures.
0,2 à 0,02 *g*	4 heures.
0,003 *g*	5 heures.
0,001 *g*	6 heures.
0,0005 *g*	8 h. faible courbure.

On voit que pour les faibles intensités de 0,001 *g* à 1 *g* de la force dirigeante, une augmentation faible de celle-ci provoque une augmentation considérable de l'action géotropique. Au contraire, de 1 *g.* à 30 *g.* une grande augmentation de la force modifie peu l'intensité de l'action géotropique.

En outre, pour les divers objets étudiés, l'excitabilité géotropique commence à se traduire extérieurement par des courbures pour une valeur égale à 1/1000 de l'intensité de la pesanteur.

Les ingénieuses recherches de M. Czapek concordent avec celles de M. Rothert, et montrent qu'en somme, le fait fondamental énoncé par Darwin sur l'existence d'une sensibilité des tissus vis-à-vis des radiations, de la pesanteur et celle de la transmission de l'excitabilité à une certaine distance du point irrité, est vrai dans ses termes généraux.

Pour les racines, la courte région du sommet végétatif, en dehors de la coiffe, est seule géotropiquement sensible et toute la région de croissance est géotropiquement excitable, quoique insensible. Dans les tiges, ces deux propriétés ne sont pas nettement distinctes, toute la région de croissance étant sensible et excitable.

On doit se demander si la répartition de la sensibilité géotropique offre les mêmes variations que la répartition de la sensibilité héliotropique. De nouvelles recherches, difficiles et délicates, pourraient être entreprises sur ce sujet ; les difficultés ne sont pas telles que l'ingéniosité de M. Czapek ne puisse les vaincre.

IV. — Micro-organismes et diastases.

La question relative à la présence ou à l'absence des micro-organismes, dans les cellules vivantes, a une importance physiologique considérable.

Quand Pasteur annonça que les tissus sains, protégés par un épithélium intact, sont privés de germes, il ne prévoyait pas l'importance, justifiée assurément, mais trop souvent exagérée, que les « microbes » ont acquise aujourd'hui.

Non seulement ses idées sur le rôle des bactéries et des levures dans la putréfaction, la fermentation, et dans un grand nombre de maladies parasitaires, si vivement combattues au début de ses merveilleuses recherches, sont acceptées aujourd'hui; mais les « ralliés » à la doctrine et aux méthodes nouvelles, par une réaction si fréquente dans l'évolution des idées, dépassent le but et vont même jusqu'à prétendre que les micro-organismes existent dans l'organisme sain. Les cellules vivantes ne seraient plus que des milieux de culture favorables au développement de ces organismes, qui seraient chargés d'accomplir toutes les fonctions de la vie.

Pour ces hardis novateurs, Pasteur lui-même aurait aujourd'hui des idées rétrogrades.

Quelques expérimentateurs de bonne foi affirment, de temps en temps, que les tissus vivants contiennent des micro-organismes. Ces affirmations sont toutes sujettes à caution, car, si l'on rencontre des bactéries dans une culture ou dans un tissu isolé avec toutes les précautions d'usage, on n'est jamais sûr de ne pas avoir laissé la porte ouverte à quelques germes durant la série des manipulations nécessaires à l'expérience.

Les erreurs de ce genre sont si faciles à commettre, même pour des expérimentateurs habiles, que la question à résoudre n'est pas de savoir si les bactéries se rencontrent dans les tissus vivants, mais bien plutôt celle-ci : est-il possible d'obtenir le développement complet d'un être dans un milieu rigoureusement privé de germes ?

Un seul résultat positif réalisé dans ce sens prévaut contre toutes les affirmations contraires.

En ce qui concerne les plantes, M. Kochs[1] a résolu la question. Il a semé des graines de diverses plantes (cresson, haricot, blé, etc.), dont la surface avait été préalablement stérilisée, dans des milieux absolument privés de bactéries, en employant toutes les précautions utilisées en pareil cas.

Les plantes ont vécu pendant quatorze mois et ont fini par périr dans l'espace où elles étaient emprisonnées. Durant cette longue période on n'a pas observé de fermentation ou de putréfaction. Après la dessiccation complète, les racines prennent une teinte blanche, les feuilles et les tiges pâlissent peu à peu et deviennent également blanches.

Les espèces que l'auteur a ainsi étudiées peuvent donc germer et se développer jusqu'à la putréfaction; par suite, la germination et les phénomènes ultérieurs de la croissance s'accomplissent sans le secours des bactéries.

M. Dixon avait déjà publié un résultat analogue. L'auteur montre, en outre, que les bactéries manquent dans les tissus sains. Il cueille une prune presque mûre, et après l'avoir lavée au sublimé, il l'introduit dans un vase renversé sur un bain de mercure.

Après trois mois, et malgré la température élevée de la fin de l'été, elle ne présentait pas traces de micro-organismes.

On est donc autorisé à conclure que les tissus vivants ne renferment pas de bactéries.

Les expériences de M. Kochs ont encore une signification plus haute, car elles nous autorisent

[1] Kochs (W.) : Gibt es ein Zellleben ohne Micro-organismus? *Biolog. Centr. Blatt.*, 1894.

à émettre des doutes sur les idées nouvelles concernant les phénomènes digestifs.

Ces idées, émises par des savants de haute valeur, consistent à admettre que les bactéries jouent un rôle essentiel dans les phénomènes chimiques de la digestion.

Nous avons même entendu des botanistes éminents prétendre que les liquides digestifs sont sans importance : ils ne représentent que les milieux de culture favorables à l'éclosion et au développement des bactéries actives, seuls agents des transformations chimiques.

Si les bactéries constituent un adjuvant des liquides digestifs, et on ne saurait le nier dans le cas des herbivores et des granivores, il nous paraît exagéré de leur accorder un rôle prépondérant, presque exclusif.

En effet, les bactéries ne sont actives que par les diastases qu'elles sécrètent. Pourquoi refuser aux diastases produites par le tissu épithélial dont les cellules sont semblables, en somme, à celles qui forment les bactéries, les propriétés que l'on accepte pour ces dernières?

D'autre part, on sait que les diastases extraites des végétaux sont en tout semblables à celles que fournissent les animaux. Si les premières sont capables de réaliser des phénomènes de digestion en l'absence des bactéries, et les expériences de MM. Dixon et Kochs le démontrent nettement, pourquoi admettre que les diastases animales, par cela seul qu'elles sont en présence des bactéries, vont demeurer inertes ?

D'ailleurs, M. le Dr Charrin a montré, même chez les animaux, l'exagération de cette théorie, car des sujets, sur lesquels on réalise autant que possible l'asepsie intestinale, continuent à augmenter de poids.

Qu'il s'agisse de digestion externe ou de digestion interne, les diastases, quelle que soit leur origine, procèdent de la substance vivante et possèdent les mêmes propriétés. Vouloir établir des distinctions entre les diastases d'origine animale et d'origine végétale amène à rompre l'unité de la cellule vivante chez tous les êtres, unité qui s'affirme chaque jour davantage par les recherches anatomiques ou physiologiques.

Nous sommes amenés à signaler quelques travaux intéressants sur les diastases. M. Green [1] a recherché si la lumière agit sur les diastases des plantes supérieures comme elle agit sur celles des Bactéries, qui sont, comme on le sait depuis les travaux de M. Marchall Ward, rapidement détruites. L'auteur a étudié la diastase de l'orge germée, et la diastase salivaire. Les résultats obtenus sont concordants.

La lumière du soleil ou d'une lampe électrique détruit les diastases ; c'est la partie la plus réfrangible du spectre, c'est-à-dire l'extrémité violette, qui est seule active. Les autres rayons paraissent au contraire favoriser l'action de la diastase, qui se montre plus active sous leur influence qu'à l'obscurité.

La différence d'activité est considérable, car le pouvoir saccharifiant des solutions éclairées est à celui des solutions obscures (après onze jours d'exposition) comme 9 est à 147, c'est-à-dire seize fois moindre. Il est intéressant de signaler ce fait que la destruction de la diastase, une fois commencée à la lumière, se continue à l'obscurité, même si l'influence destructive de la lumière est écartée avant que l'activité de la diastase soit sensiblement diminuée. Ce phénomène n'est pas nouveau ; on sait qu'un certain nombre de composés minéraux se trouvent dans le même cas.

L'action destructive de la lumière devrait être fréquente dans les graines, puisque la couche de cellules à diastase occupe la région périphérique ; mais M. Green pense que les téguments arrêtent les radiations sensibles et soustraient les diastases à leur action.

M. Green [1] a étudié dans un autre travail la germination et la nutrition du tube pollinique et confirme, sur la présence de l'amylase et de l'invertine dans le grain mûr, les résultats déjà connus.

Pendant la germination, ces diastases augmentent peu à peu, après une courte diminution au début, et, quand le grain de pollen a perdu la faculté de germer, ces diastases diminuent beaucoup.

Le tube pollinique se nourrit des matériaux de réserve renfermés dans le grain et de ceux que renferme le style. Ce dernier contient ordinairement les mêmes hydrates de carbone et produit des diastases qui préparent les matériaux destinés à l'absorption du tube pollinique.

M. Grüss [2] a publié d'autre part des recherches importantes sur les propriétés et la distribution des diastases.

En étudiant la diffusion de la diastase à travers l'argile ou le papier parcheminé, l'auteur indique un procédé de purification par diffusion, supérieur au procédé actuel de précipitations et de dissolutions successives dans l'alcool et dans l'eau; ce dernier a parfois l'inconvénient de dimi-

[1] Green (R.) : The influence of light on diastase. *Annals of Botany*, vol VIII, nº XXXI, 1894.

[1] Green (R.) : Researches on the germination of the pollen grain and the nutrition of the pollen tube. *Philos. Trans. of the Royal Society of London*, vol. 185; 1894.

[2] Grüss : Ueber das Verhalten des Diatatischen Enzyms in der Keimpflanzen. *Pringsheim Iahrbucher*, Bd. XXVI.

nuer l'activité du produit épuré. Comme la diastase diffuse à travers les membranes, il est possible de l'extraire aussi sans détruire les cellules.

Les recherches de Krabbe avaient montré que la pénétration de la diastase dans les tissus qui en sont dépourvus est très lente, sinon nulle. M. Grüss a constaté, au contraire, une rapide pénétration, car des fragments d'endosperme de maïs sont rapidement saccharifiés dans une solution de diastase, tandis qu'ils se conservent dans l'eau plusieurs mois, sans que les grains d'amidon soient attaqués. Si M. Krabbe n'a pas obtenu les mêmes résultats, cela tient à ce qu'il opérait avec la diastase brute, extraite du malt ; elle contient des matières azotées qui s'opposent à la diffusion.

La diastase peut attaquer aussi les membranes cellulaires de l'endosperme chez le Maïs, le Riz, le *Calla Æthiopica*, le Dattier, celles du collenchyme des pétioles de Bégonia ; par contre, les membranes du *Canna*, des rameaux de Platane, qui se laissent traverser par la diastase, ne sont pas attaqués. Aussi M. Grüss admet-il l'existence de deux diastases : l'une qui diffuse rapidement à travers les membranes, sans les attaquer ; quand elle est active, elle n'agit que sur la substance intercellulaire et dissocie les tissus ; l'autre diastase, à diffusion lente, dissout rapidement les membranes ; mais, comme il n'a pas été possible d'isoler ces deux diastases, ces idées sont encore hypothétiques.

L'auteur a étudié ensuite le développement et les variations de la diastase dans les plantes en germination.

Quand les premières feuilles se développent, la diastase existe en quantité considérable dans le point végétatif et elle diminue brusquement au-dessous de l'insertion du cotylédon. La grande quantité de diastase renfermée dans la région du point végétatif, paraît, d'après l'auteur, nécessaire à la dissolution de l'amidon transitoire et à la dissolution des cloisons pendant la formation des faisceaux. Dans les cotylédons, la diastase apparaît d'abord au point d'insertion, puis elle se développe progressivement de la base vers le sommet en diminuant peu à peu dans les régions où elle était d'abord apparue ; il en résulte que le maximum de la quantité de diastase se déplace peu à peu de la base vers le sommet, et ce dernier présente la valeur maxima quand l'insertion du cotylédon présente la valeur minima.

Ces résultats sont les mêmes, que les cotylédons soient normaux ou détachés de la plante. Dans ce dernier cas, on trouve beaucoup moins de diastase, souvent le $^1/_8$ dans les tiges des plantules mutilées que dans celles des plantules normales (sauf dans le bourgeon terminal qui demeure toujours un centre important pour la production de la diastase) ; ce fait s'explique par la migration de la diastase des cotylédons dans la tige.

Dans un autre travail [1] M. Grüss complète les données précédentes sur la répartition de la diastase.

Les réactifs employés pour mettre en évidence les diastases dans les tissus sont peu nombreux ; l'auteur emploie le réactif de Schœnbein (bleuissement par un mélange de gaïac et d'eau oxygénée). Dans les graines du blé, la diastase existe dans la gemmule, dans les faisceaux du cotylédon, et dans les cellules à aleurone de la tunique externe de la graine. Dans les plantes adultes, les assises cellulaires qui sont situées au voisinage des réserves d'amidon, telles que la moelle et les rayons médullaires, sont aussi des centres de production de la diastase (cambium, étui médullaire) ; elle existe aussi dans le bois, le parenchyme ligneux et dans les cellules à chlorophylle.

On peut remarquer toutefois que le réactif de Schœnbein n'est pas à l'abri des critiques, car l'auteur a trouvé, dans le parenchyme de la pomme de terre, une substance qui bleuit la teinture de gaïac sans l'emploi de l'eau oxygénée ? Cette dernière coloration est due à la *laccase*, ferment oxydant découvert par M. G. Bertrand [2] dans le latex de l'arbre à laque. Ce latex, obtenu en incisant l'écorce du tronc de certaines espèces du genre *Rhus*, est employé par les Chinois et les Japonais pour fabriquer les meubles en laque.

Conservé à l'abri de l'air, il se présente sous l'aspect d'une crème épaisse de couleur blonde et se conserve sans altération, mais, dès qu'il est exposé à l'air, il s'oxyde rapidement, brunit et se recouvre en quelques minutes d'une pellicule résistante noire insoluble ; c'est pour cela qu'il est employé comme vernis à laque.

M. Bertrand a reconnu que ce latex renferme d'abord un liquide huileux, voisin des phénols polyatomiques, le *laccol*, substance très oxydable et, en même temps, dangereuse à manier à cause de son action rubéfiante très intense ; le laccol est mélangé à de la gomme et à une diastase spéciale qu'il a désignée sous le nom de *laccase* ; cette dernière produit la solidification et le noircissement du laccol par oxydation.

La laccase, isolée et purifiée, manifeste, en effet, des propriétés spéciales : c'est une diastase

[1] Grüss (J) : Der Diastase im Pflanzenkörper *Bericht. d. deuts. Bot. Gesell.* Bd. XIII.

[2] G. Bertrand : Sur le latex de l'arbre à laque. *Comptes Rendus.* T. CXVIII, p. 1215.

G. Bertrand : Sur la laccase et le pouvoir oxydant de cette diastase. *Comptes Rendus.* T. CXX, p. 266.

G. Bertrand : Sur la recherche et la présence de la laccase dans les végétaux. *Comptes Rendus.* T. CXXI, p. 166.

oxydante qui transforme rapidement à l'air l'hydroquinone en quinone et en quinhydrone, le pyrogallol en purpurogalline ; elle oxyde aussi l'acide gallique, le tanin, en absorbant beaucoup d'oxygène et en dégageant de l'acide carbonique ; enfin, elle colore directement à l'air la résine de gaïac.

Cette diastase est extrêmement répandue dans les végétaux ; il suffit, pour s'en assurer, de mouiller la section fraîche d'une lettre avec la teinture de gaïac ; si elle bleuit, le tissu renferme de la laccase. M. Bertrand a reconnu et a pu extraire la laccase des racines de betterave, de carotte, de navet, de dahlia, des tubercules de pommes de terre, de topinambour, des feuilles de betterave, de trèfle, de luzerne, des fruits de marronnier, des pommes, des coings, etc.

Il n'est pas possible d'indiquer dès maintenant le rôle physiologique d'un ferment aussi répandu. Nous nous bornerons à montrer que sa présence permet d'expliquer les changements de coloration qui surviennent dans certains tissus exposés à l'air, en particulier chez les Champignons.

On sait que la chair d'un certain nombre de ces plantes prend, lorsqu'on les casse, une teinte rouge, bleue ou noire plus ou moins foncée.

Or, d'après MM. Bertrand et Bourquelot [1], un certain nombre d'espèces renferment de la laccase ; citons notamment, parmi les plus riches en ce produit, les *Russula fœtens*, *nigricans*, *cyanoxantha*, *fragilis*, les *Lactarius vellereus*, *volunus*.

D'autre part, les espèces dont la chair change de couleur à l'air, notamment le *Boletus cyanescens* les *Russula nigricans* renferment, en outre, une substance incolore mal définie, qu'on peut isoler, et qui a la propriété de s'oxyder au contact de la laccase et en présence de l'air. Tant que la chair est soustraite à l'action de ce dernier corps, l'oxydation ne peut avoir lieu ; elle conserve sa teinte normale ; mais dès que l'air est amené, par une déchirure ou une coupure, au contact des tissus, la laccase détermine rapidement l'oxydation de la substance à laquelle elle est mélangée, et le champignon bleuit ou noircit.

Il semble que la laccase n'ait pas toujours les mêmes propriétés, suivant son origine, car si la substance bleuissante de *Boletus cyanescens* manifeste cette coloration, même en présence de la laccase de l'arbre à laque, cette dernière substance est impuissante à provoquer l'oxydation et le noircissement consécutif chez le *Russula nigricans*. Quoi qu'il en soit, nous avons, dans la *laccase* et les substances analogues, un type nouveau de diastases, caractérisées par leur pouvoir oxydant considérable.

Quel rôle peuvent-elles avoir dans les tissus où elles sont si répandues ? Nous ne pouvons même pas faire de conjectures à ce sujet. Cependant, une observation intéressante de M. Bourquelot [1] montre que les ferments oxydants peuvent expliquer la formation de certains composés dans les plantes. Il mélange, à une solution étendue de salicine, quelques centigrammes d'émulsine et une petite quantité d'un ferment oxydant (extrait du *Russula cyanoxantha*). Dès le deuxième jour, et après des agitations répétées, le liquide exhale l'odeur d'aldéhyde salycilique. D'après l'auteur, le composé prendrait naissance de la manière suivante : l'émulsion dédouble d'abord la salicine en glucose et en alcool salycilique ; ce dernier, sous l'influence du ferment oxydant et en présence de l'oxygène de l'air, est transformé en aldéhyde salicylique reconnaissable à son odeur.

Si l'on remarque que, dans la Reine des Prés, les racines renferment de la salicine et que les fleurs exhalent l'odeur de l'acide salycilique, il n'est pas téméraire de penser que la production de ce dernier corps ait lieu par une réaction analogue. On conçoit l'importance de cette observation au point de vue de la production des parfums dans les plantes.

L. Mangin.

Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

[1] G. Bertrand et E. Bourquelot : La laccase dans les Champignons. *Bull. Société de Biologie*. 10e série, t. II, p. 579.

G. Bertrand et E. Bourquelot : Le bleuissement et le noircissement des Champignons. *Bull. Soc. Biol.*, p. 182, 1895.

[1] Bourquelot (E.) : Actions successives d'un ferment soluble hydratant et d'un ferment soluble oxydant. *Bull. Soc. de Biologie*, 10e sér., t. III, p. 315.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Voigt (Waldemar), *Professeur de Physique à l'Université de Gœttingue.* — **Elementare Mechanik, als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik** — 1 *vol. gr. in-8° de* 484 *pages avec* 55 *fig.* (*Prix :* 16 *fr.*) *Veit et Cie, éditeurs, Leipzig*, 1896.

Il est peu de physiciens qui ne se soient aperçus tôt ou tard que leur préparation était insuffisante en ce qui concerne la Mécanique rationnelle. Cela tient à plusieurs causes dont la première est, très probablement, que cette science est enseignée dans les écoles sous une forme un peu trop générale et insuffisamment utilisable. Entre les techniciens, qui ont en vue la construction des machines, et les analystes qui s'attachent plutôt à la forme mathématique, il n'y a guère de milieu; c'est pourquoi un cours de Physique supérieure est généralement précédé d'un complément d'études mécaniques, formant le lien entre la partie mathématique et l'application des principes généraux aux cas concrets que le physicien est appelé à rencontrer.

Le Professeur Voigt, frappé de l'insuffisance des notions mécaniques apportées par ses élèves au cours de Physique, s'avisa d'en rechercher la cause, et fut conduit tout naturellement à combler une grosse lacune, en présentant les principes de la Mécanique non point suivant des relations mathématiques, mais en tenant compte surtout des problèmes que le physicien aura plus tard à résoudre.

Il ne s'agit point ici d'un choix plus ou moins judicieux de questions traitées; l'esprit lui-même de l'ouvrage se sépare nettement de celui qui règne le plus souvent dans l'exposé des principes de la Mécanique. Partout, la philosophie du problème remplace la forme à laquelle seule on reste trop souvent attaché.

Le caractère encore hypothétique des principes de la plus précise des sciences est partout mis en lumière, non point pour créer un doute ou une hésitation dans l'esprit de l'élève, mais bien plutôt pour lui montrer les difficultés vaincues dans la découverte des quelques idées fondamentales sur lesquelles la Mécanique est échafaudée.

Ainsi, dans l'introduction, cette phrase dont le sens devrait rester toujours présent à notre esprit :

« Nous considérerons un système d'hypothèses comme suffisant aussi longtemps que les phénomènes pourront en être déduits par une voie rigoureuse, et qu'on ne pourra pas le remplacer par un autre système comportant un nombre moindre d'hypothèses. »

La force est ainsi introduite dans les formules comme une simple hypothèse, sous la forme suivante :

« On a reconnu que, en introduisant l'idée de force, on arrivait à simplifier beaucoup les considérations relatives au phénomène du mouvement, et qu'un grand nombre de questions, dont la résolution semblait nécessiter des voies différentes, se ramenaient au même problème. »

Ces deux citations feront comprendre l'esprit général de l'ouvrage. Dès le début, nous y trouvons, du reste, une distinction précise entre les scalaires et les vecteurs, ou entre les grandeurs non dirigées, et celles qui possèdent une direction. Bien entendu, les équations de dimensions qui contiennent la véritable philosophie de la science, s'y rencontrent fréquemment.

L'ouvrage se divise en trois parties, où sont traités les problèmes relatifs au point matériel, aux systèmes rigides et aux systèmes non rigides. Les deux premières parties ne se distinguent guère que par l'esprit général que nous avons essayé de caractériser des traités ordinaires de Mécanique rationnelle. Dans la troisième partie, au contraire, nous rencontrons, la matière véritable, sous le nom de systèmes non rigides. Après l'exposé des principes auxquels conduit l'étude des déplacements continus et infiniment petits, nous abordons les problèmes relatifs aux liquides, qui se terminent par l'étude des tourbillons ; puis viennent les solides élastiques, le mouvement d'une onde longitudinale ou transversale, enfin les applications classiques aux problèmes de l'Acoustique.

Par des procédés assez simples, l'auteur évite les calculs trop élevés, afin de rester dans les limites que comporte le titre de l'ouvrage. C'est une précaution dont lui sauront gré ceux qui ne possèdent plus très parfaitement leurs mathématiques supérieures, c'est-à-dire, sauf erreur, la plupart d'entre nous.

Ch.-Ed. Guillaume.

Gundelfinger (Dr Sigmund), *Professeur à l'Université de Darmstadt.* — **Vorlesungen aus der analytischen Geometrie der Kegelschnitte**, *publié par le Dr Fr.* **Dingeldey**. — 1 *vol. gr. in-8°, de* VIII-434 *pages.* (*Prix :* 15 *fr.*) *B. G Teubner, éditeur, Leipzig*, 1896.

Malgré le grand nombre des excellents traités de Géométrie analytique des sections coniques, celui que vient de publier M. Gundelfinger mérite une attention spéciale de la part des géomètres. La méthode choisie par cet éminent savant repose entièrement sur l'emploi des *coordonnées projectives* (d'après Staudt et Fiedler), qui renferment comme cas particuliers les coordonnées trilinéaires, celles de Möbius et d'autres. Grâce à cette unité dans la méthode, l'auteur nous présente la théorie des sections coniques sous une forme très claire et très simple.

L'*Appendice*, consacré à la résolution d'un grand nombre de problèmes très généraux, permet de constater combien féconds sont les procédés employés par M. Gundelfinger. On y trouve en particulier la démonstration d'un certain nombre de théorèmes signalés par Steiner. L'auteur montre, en terminant, le profit que l'on peut tirer des méthodes de la Géométrie analytique dans l'examen de certaines classes spéciales d'intégrales algébriques.

H. Feur.

2° Sciences physiques.

Loppé (F.) et **Bouquet** (R.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Traité théorique et pratique des Courants alternatifs et industriels.** — 2 *vol. in-8°, comprenant* 750 *pages et* 420 *figures* (*Prix :* 25 *fr.*) *E. Bernard et Cie, libraires, Paris*, 1896.

Depuis quelques années, l'Electrotechnique suit l'évolution nécessaire de toute science en voie de développement rapide : elle se spécialise de plus en plus, et des questions qui autrefois étaient traitées en quelques mots donnent aujourd'hui naissance à des ouvrages considérables. Tel est en particulier le sort des courants alternatifs. Longtemps rebutés par la complication apparente des lois de ces courants, par leurs propriétés inattendues qui déroutaient tous les jours les esprits habitués au courant constant, les électriciens de tous les pays ont fini par s'apercevoir que

cette complication même était la preuve de la richese des propriétés du courant alternatif et de tout le parti qu'on en pouvait tirer. Mais ces résultats ne peuvent s'acheter qu'au prix d'une connaissance approfondie des phénomènes, et, bien que les lois des courants alternatifs puissent être considérées comme de simples corollaires des lois générales de l'induction, encore faut-il, pour l'application, leur donner une forme spécialement appropriée au but que l'on se propose. Aussi les électriciens accueilleront-ils avec faveur un ouvrage comme celui de MM. Loppé et Bouquet, où la partie théorique et la partie pratique sont également représentées, où l'on peut voir et étudier l'influence que la première a excercée sur la seconde, c'est-à-dire sur la réalisation matérielle des principaux appareils à courants alternatifs (alternateurs, transformateurs, moteurs).

Le premier volume de l'ouvrage est exclusivement théorique. Un premier caractère qui frappe tout d'abord, c'est l'abondance des calculs et des équations qui peut sembler un peu rebutante pour un praticien; mais il ne faut pas se hâter de juger le livre sur cette apparence : si les calculs sont longs, si les pages sont hérissées de formules, c'est que les auteurs ont voulu développer complètement toutes les opérations intermédiaires qui servent à arriver à un résultat, et épargner par là au lecteur la peine de les retrouver : la complication n'est donc souvent qu'apparente, et lorsqu'on ne tient pas à repasser par tous ces intermédiaires, on peut facilement reconnaître les formules essentielles, et alléger ainsi la lecture de l'ouvrage.

Un autre caractère qui frappe également, c'est le peu d'importance que les auteurs ont donnée à la méthode géométrique, dont on a en effet peut-être un peu abusé dans ces dernières années : il y a là une réaction évidente, et le calcul algébrique tient beaucoup plus de place dans l'ouvrage que le calcul graphique.

Les premiers chapitres sont consacrés aux équations générales des circuits présentant de la capacité, de la self-induction et de l'induction mutuelle. Nous signalerons, comme particulièrement intéressant dans ces chapitres, les travaux de M. Boucherot sur les systèmes à intensité constante. Vient ensuite la théorie des alternateurs, des courants polyphasés et des moteurs à courants alternatifs. Bien que quelques fautes de calcul, corrigées d'ailleurs dans le second volume, en rendent la lecture un peu difficile, ces chapitres sont remplis de résultats intéressants ; nous signalerons en particulier celui-ci : dans un moteur à champ tournant, l'induit, constitué par m cadres de self-induction L, se comporte comme un seul cadre de self-induction $m\frac{L}{2}$.

Le volume se termine par l'étude d'un câble à capacité uniformément répartie, et par celle de l'hystérésis et des courants de Foucault.

Le second volume, qui vient de paraître, est consacré à la partie pratique : c'est sans contredit ce que nous possédons en France de plus complet et de plus rempli de documents sur les courants alternatifs. Les auteurs qui ont une connaissance approfondie de la langue anglaise et allemande, ont su rassembler dans ce volume une multitude de renseignements qu'il serait fort pénible de rechercher soit dans les ouvrages, soit dans les périodiques étrangers. Les matières traitées sont les suivantes : alternateurs, moteurs, transformateurs et condensateurs, foyers lumineux, transformation directe d'un courant en un courant d'un autre système, canalisation, distribution du courant, mesures industrielles.

En résumé, l'ouvrage de MM. Loppé et Bouquet nous paraît indispensable à quiconque veut désormais s'occuper du courant alternatif : c'est le plus complet et le plus *actuel* des documents sur ce sujet si intéressant, si important au point de vue de la science électrique et de ses applications à l'industrie. P. Janet.

Seyewetz (A.), *Chef des Travaux à l'Ecole de Chimie industrielle de Lyon*, et **Sisley** (P.), *Chimiste-coloriste*. — **Chimie des Matières colorantes artificielles.** 1er *Fascicule* : CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. MATIÈRES COLORANTES NITRÉES. MATIÈRES COLORANTES AZOXYQUES. MATIÈRES COLORANTES AZOÏQUES. — 1 *vol. in-8°, de* 152 *pages*. (*Prix* : 6 *fr.*) G. *Masson, éditeur, Paris*, 1896.

Comme les auteurs l'indiquent eux-mêmes dans leur préface, ils se sont efforcés de condenser, sous un format des plus restreints, les principales conceptions admises de nos jours pour expliquer la constitution des matières colorantes artificielles. Le livre de MM. Seyewetz et Sisley, sans être toutefois aussi étendu que celui de M. Léon Lefèvre, analysé ici même il y a quelque temps par M. Prud'homme, vise pourtant à être aussi complet que possible. Le premier fascicule, que nous avons sous les yeux, et qui ne comprend pas moins de 151 pages, contient, outre l'introduction, l'étude des matières colorantes nitrées, des matières colorantes azoxyques et la première partie des matières colorantes azoïques.

Dans l'introduction, les auteurs étudient d'abord la couleur propre d'un corps, le fait d'un corps d'être coloré, puis les relations qui existent entre la coloration d'un corps et sa constitution. Ils passent en revue les différentes théories admises de nos jours, comme celle des groupes chromophores et auxochromes de O. N. Witt, puis les conceptions de Hartley, de Krüss et de Schütze. Les auteurs font ensuite ressortir la différence qui existe entre *corps coloré* et *matière colorante*, puis passent aux phénomènes de teinture des fibres textiles, fixation des couleurs sur diverses substances, etc. Ils étudient ensuite, au point de vue théorique toutes les propriétés des chromophores et la théorie de Nietzki, puis la configuration des chromophores et leur classement en chromophores acides et chromophores basiques, groupes salifiables et auxochromes. Cette distinction des chromophores amène à la distinction des colorants en *colorants acides* et *colorants basiques*, et les auteurs donnent en même temps quelques indications sur la fixation des colorants par teinture directe ou sur mordants, puis la fixation des couleurs par impression. Après quelques mots sur les matières premières de l'industrie des couleurs, la classification de ces dernières et un court historique, MM. Seyewetz et Sisley entrent en plein dans leur sujet et étudient dans le chapitre premier les matières colorantes nitrées.

Comme l'on sait, c'est précisément à cette catégorie de colorants qu'appartient l'acide picrique, le premier colorant retiré du goudron de houille en 1855, par nitration de l'acide carbolique de Charles Lowe.

L'acide picrique est non seulement le plus ancien colorant retiré du goudron de houille, mais encore notre plus ancien colorant artificiel, car il a été découvert par Woulfe en 1774 en traitant l'indigo par l'acide nitrique. L'acide picrique, après avoir joué un grand rôle dans la teinture, a été un peu délaissé et remplacé de nos jours par de nombreuses matières colorantes azoïques. L'acide picrique, par contre, a trouvé un large emploi dans la préparation des explosifs modernes du type de la *mélinite*, car tous les colorants nitrés sont des corps plus ou moins explosifs par le choc ou par une brusque élévation de température.

Le second chapitre traite des matières colorantes azoxyques, qui ne possèdent qu'un petit nombre de représentants : tous des dérivés du stilbène. C'est à cette classe de matières colorantes qu'appartiennent les *bruns Mikado*.

Puis vient le chapitre consacré aux matières colorantes contenant le chromophore azoïque. C'est particulièrement dans cette classe de colorants que notre chimie organique moderne a réalisé les plus grands progrès. Le nombre des colorants azoïques brevetés s'élève, en effet, à plusieurs milliers. Il est vrai qu'il s'en faut de beaucoup qu'ils soient tous fabriqués et employés industriellement.

Les auteurs étudient tout d'abord les composés azoïques au point de vue théorique, et exposent leur nomenclature; mentionnons, à cette occasion, qu'ils se servent du symbole N pour l'azote, symbole accepté par tous les pays hormis la France, qui conserve le symbole Az. Le symbole N introduit dans la notation une simplification sensible. Après avoir passé en revue les différents modes de préparation des dérivés diazoïques, c'est-à-dire la diazotation, les auteurs étudient les propriétés de ces dérivés, les transformations qu'ils subissent sous l'action de la chaleur, des acides, des alcalis, etc. A ce propos nous nous permettrons de constater avec regret que les auteurs ont totalement omis de mentionner, dans l'action des alcalis sur les diazoïques, la formation des composés isodiazoïques ou nitrosamines trouvés en 1893 simultanément par MM. Schraube et Schmidt et par M. Eugène Bamberger. Le dérivé isodiazoïque de la paranitraniline a déjà trouvé un emploi industriel et se trouve dans le commerce sous le nom de *Rouge de Nitrosamine*.

MM. Seyewetz et Sisley étudient ensuite l'action du brome sur les dérivés diazoïques ainsi que celle des sels cuivreux et du cuivre précipité, puis la réduction des dérivés diazoïques et leur transformation en hydrazines, soit par le bisulfite de soude, soit par le chlorure stanneux. Comme contre-partie de la réduction des dérivés diazoïques, il aurait semblé indiqué de dire quelques mots de leur oxydation, qui a été particulièrement étudiée ces derniers temps par Bamberger et ses élèves. On sait que l'hydrate de diazobenzène, sous l'action d'oxydants alcalins, se transforme en acide diazobenzénique.

Les auteurs résument ensuite, sous forme de tableaux synoptiques très bien compris, les principales matières colorantes azoïques qui se trouvent dans le commerce et en donnent la formule de constitution, le nom de l'inventeur, le numéro du brevet et les principales réactions.

L'ouvrage de MM. Seyewetz et Sisley est écrit d'une façon claire et concise; il est destiné à rendre de grands services tant au monde scientifique qu'au monde industriel.

GEORGE F. JAUBERT.

3° Sciences naturelles.

Rolland (Georges), *Ingénieur en chef au Corps des Mines.* — **Chemin de fer transsaharien ; mission de Laghouat, El Goléa, Ouargla, Biskra: Rapports géologique et hydrologique.** — *2 vol. in-4° de 275 et 245 pages avec 1 atlas contenant 31 planches. Imprimerie Nationale. Paris,* 1896.

M. Georges Rolland, l'éminent ingénieur en chef des mines, membre de la Mission d'études du Chemin de fer transsaharien, a terminé, en 1894, la publication de ses Rapports dans les documents publiés par le Ministère des Travaux publics, relativement à la mission de Laghouat, El Goléa, Ouargla, Biskra.

Le premier de ces rapports a paru en 1890. C'est celui qui concerne la géologie du Sahara. Cet important mémoire ne comprend pas moins de 275 pages, in-4°, avec de nombreuses cartes et coupes des terrains. Il a réclamé de la part de l'auteur un labeur considérable et c'est à bien juste titre que l'Académie des Sciences lui a décerné récemment une de ses plus hautes récompenses.

Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans le détail des matières traitées par M. Rolland. Tous les résultats acquis à la science par ses explorations sont d'ailleurs depuis longtemps connus des spécialistes, l'auteur les ayant déjà publiés par fragments dans les divers recueils spéciaux pendant le long espace de temps qui s'est écoulé depuis l'achèvement de la mission jusqu'à ce jour. Rappelons seulement que l'explorateur a fait connaître en détail la géologie du Sahara algérien proprement dit où il a eu à étudier :

1° Des terrains crétacés dont les assises horizontales formant ces vastes plateaux appelés *Hamada* constituent les régions les plus désolées du Sahara;

2° Des terrains paléozoïques et cristallins qui présentent un développement immense dans les régions centrale et occidentale du Sahara;

3° Des terrains de transport ou atterrissements, d'une épaisseur parfois énorme, qui remplissent toutes les dépressions et forment le sol d'une grande partie du désert;

4° Enfin, les grandes dunes de sable, l'un des plus sérieux obstacles à la pénétration du Sahara et dont l'auteur a étudié, en détail, la nature, les mouvements, le mode de formation, etc.

Dans ce même volume, M. Rolland a inséré un aperçu géologique sur tout le Sahara, de l'océan Atlantique à la mer Rouge. Cet aperçu, fort intéressant, est le résumé de toutes les connaissances acquises jusqu'à ce jour sur cette immense région.

Le deuxième Rapport, non moins important et plus volumineux encore que le premier, concerne l'hydrologie du Sahara algérien. Il a réclamé également une longue élaboration et n'a été publié qu'en 1894. C'est un énorme recueil d'observations personnelles multipliées et de renseignements puisés à diverses sources sur le climat, les cultures, la statistique, la météorologie et l'hydrologie du Sahara. La question des eaux superficielles et souterraines occupe d'ailleurs la majeure partie du volume. L'intérêt que présente cette question est considérable, non pas seulement au point de vue, envisagé tout d'abord, de l'alimentation en eau du chemin de fer transsaharien, mais surtout au point de vue de la mise en culture et de l'utilisation des énormes espaces que le manque d'eau laisse stériles.

Comme le dit justement M. Rolland, la combinaison de ces deux éléments, le soleil et l'eau, peut produire au Sahara des merveilles de végétation. Le véritable programme à y poursuivre, pour le transformer, consiste non pas à faire venir, à grands frais, l'eau de la mer dans quelques bas-fonds, mais bien à utiliser mieux qu'on ne le fait les eaux superficielles et surtout les eaux souterraines pour développer les cultures, créer de nouvelles oasis et peu à peu améliorer le climat de la région.

Pour l'exécution de ce programme, le mémoire de M. Rolland sera d'une utilité capitale. Les divers bassins artésiens, les nappes aquifères superposées dans les épaisses alluvions sahariennes, la nature des couches à traverser pour les atteindre y sont étudiés dans le plus grand détail, au point de vue de l'étendue, de la richesse en eau, du mode d'alimentation, de la pression, du degré d'ascendance et de la qualité des eaux, de la facilité des forages.

Un atlas in-4° accompagne les deux Rapports, géologique et hydrologique, et les complète très heureusement. Dans les 31 planches qui le composent, l'auteur a donné des cartes générales du Sahara, des cartes partielles et géologiques de nombreuses régions, des profils et coupes géologiques, des dessins d'animaux vivants et fossiles, etc.

Cet ouvrage considérable constitue ainsi une véritable encyclopédie relative au Grand-Désert. Il est dès maintenant entre les mains de tous ceux qu'intéresse la colonisation de l'Afrique et il est appelé à rendre les plus grands services.

A. PERON.

Marchand (Dr L.), *Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Enumération méthodique et raisonnée des familles et des genres de la classe des Mycophytes (Champignons et Lichens).** — *1 vol. in-8° de 336 pages avec 166 figures. (Prix : 10 francs.) Société d'éditions scientifiques. Paris,* 1896.

Ouvrage surtout descriptif, accompagné d'un très grand nombre de figures. En raison du caractère très spécial de ce livre, la *Revue* doit se borner à le signaler aux mycologues.

4° Sciences médicales.

Stokvis (Dr B.-J.), *Professeur à l'Université d'Amsterdam.* — **Leçons de Pharmacothérapie.** *Tome Ier* : **Pharmacothérapie générale. Parasiticides.** (*Traduction française de* MM. **D. de Buck et L. de Moor.**) — *1 vol. gr. in-8° de 464 pages* (*Prix : 12 fr.*). *De Erven F. Bohn, à Haarlem, et O. Doin, à Paris, éditeurs*, 1896.

Le tome Ier comprend la pharmacothérapie et les parasiticides; le tome II de l'édition néerlandaise étudie les irritants et les protecteurs de la peau et du tube digestif; restent un troisième et probablement un quatrième volume qui n'ont pas encore paru, quoique le tome Ier date de 1892. L'ouvrage complet aura donc, au bas mot, la même étendue que le Traité de thérapeutique et de pharmacologie de Soulier; il est bien plus détaillé que le traité de Manquat et le manuel de Penzoldt. Malgré cette étendue, la pharmacognosie n'est qu'esquissée; par contre, l'action physiologique surtout et les indications thérapeutiques sont exposées longuement et d'une manière absolument scientifique. Les 234 premières pages du tome Ier sont consacrées à la pharmacothérapie générale, et pourtant Stokvis nie jusqu'à l'existence de la thérapeutique générale; c est là une discussion de mot. Que la thérapeutique générale ne soit plus la même que celle apprise par l'auteur sur les bancs de l'Université, d'accord; mais qu'il n'y ait plus de thérapeutique générale, c'est en contradiction avec le fait même d'avoir consacré au delà de 200 pages à cette partie de la science. Que Stokvis expose avec les mêmes détails les principes généraux sur les autres agents thérapeutiques, et, en réunissant le tout en un volume, il dotera la littérature médicale d'un véritable traité de thérapeutique générale

Stokvis définit le médicament et étudie le rapport qui existe entre la structure chimique et l'action physiologique et thérapeutique il examine ensuite de plus près l'action des médicaments, les voies d'application et les conditions de l'organisme, en tant qu'elles modifient cette action. Il est amené ainsi à étudier l'immunité et les contre-poisons; contrairement à Rossbach et à Nothnagel, il admet que nous possédons des antagonistes vrais, et il cite comme exemple la muscarine et la digitaline. C'est exact, jusqu'à un certain point, pour une fonction spéciale d un organe déterminé; mais l'antagoniste vrai et complet d'un poison doit être tel qu'il fait disparaître toutes les manifestations toxiques de ce poison, au moins jusqu'à un certain stade de l'intoxication. L'antagoniste d'un poison doit être un contrepoison, une antitoxine qui neutralise le poison après absorption, après action; agissent ainsi les substances vaccinantes et immunisantes. Jusqu'à ce jour, nous ne connaissons pas de substances chimiquement définies dont l'une annihile l'action générale de l'autre et rétablit l'état normal. On y arrivera, et nous en donnerons prochainement la preuve. Viennent l'art de prescrire, et la classification des médicaments. Après avoir passé au crible de la critique la classification chimique et naturelle, la classification physiologique, Stokvis expose les avantages de la classification thérapeutique, et il divise les médicaments en trois grandes classes : 1° parasiticides (anthelmintiques et antizymotiques); 2° topiques (irritants vrais, astringents, caustiques, protecteurs gommeux, huileux, etc.); 2° télédynamiques, c'est-à-dire médicaments à action éloignée ou générale (hématiques, hématocinétiques, altérants, adéniques, antipyrétiques, nervins).

Stokvis aborde ensuite l'étude des groupes de médicaments et traite de chacun d'eux en particulier. Les anthelmintiques ne comprennent qu'une leçon, tandis que neuf leçons, soit 150 pages, sont consacrées aux antizymotiques, qu'il subdivise en antiseptiques vrais (inorganiques et organiques) et en désinfectants ou désodorisants, les désinfectants se distinguant des antiseptiques en ce qu'ils sont des « médicaments qui non seulement s'adressent à la cause morbide, mais combattent également avec efficacité les conséquences qu'elle entraîne, spécialement en ce qui concerne la putréfaction et la décomposition ».

Il nous est impossible d'entrer plus en avant dans les détails, mais disons quelques mots de l'esprit général de cet ouvrage. Quiconque connaît personnellement Stokvis retrouvera dans ces conférences données aux étudiants d'Amsterdam l'homme et le savant tout entier. La forme de leçon étant conservée complètement, le professeur y apparaît avec son talent d'exposition, sa forme fréquemment oratoire et toujours littéraire, avec sa verve, ses comparaisons souvent neuves, ses vastes connaissances, ses vues originales. Cette pharmacothérapie sous forme de leçons, de Stokvis, ne peut être comparée qu'aux *Vorlesungen* de Binz; tous deux sont des livres de *lecture*. La forme de leçons permet et excuse des répétitions, des diversions, des omissions de détails; elle supprime le caractère d'un ouvrage didactique, condensé, plus ou moins complet, à consulter rapidement dans les moments d'hésitation.

A l'exemple du grand traité de pharmacologie de Lauder Brunton, chaque tome ou même chaque groupe de médicaments se termine par un index bibliographique sur les médicaments selon l'ordre alphabétique, une table alphabétique des matières et une table alphabétique des auteurs cités.

La traduction fait honneur aux auteurs, à part certaines inexactitudes malheureuses qui reviennent souvent (résorption au lieu d'absorption, esters au lieu d'éthers, etc.).

En résumé, les *Leçons de pharmacothérapie* de Stokvis prendront place parmi les meilleurs ouvrages sur cette matière (de Soulier, Rossbach et Nothnagel, Lauder Brunton, Kobert, Husemann, etc.); suivant le cas, on donnera la préférence tantôt à l'un, tantôt à l'autre ouvrage; mais celui de Stokvis a sa place forcément indiquée dans la bibliothèque de tout médecin instruit, pourvu que les tomes suivants ne tardent pas trop à paraître.

Dr J. Heymans.

Boucher (Henry), *Médecin-major de 2e classe.* — **Etudes sur les Entités morbides. Lois de Morbidité. Essais de Pathologie rationnelle.** — *1 vol. in-8° de 212 pages.* (*Prix : 3 francs.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1896.

Aucune science de la Nature ne pouvant sortir de la raison pure, il est *irrationnel* de vouloir faire de la pathologie *rationnelle*. L'auteur du présent essai l'aurait sans doute conduit tout autrement s'il avait pris la peine d'étudier la *science* en la pratiquant au lieu de se borner à compulser des mémoires ou à réfuter des théories que personne ne soutient : l'idée par trop simpliste que M. le Dr H. Boucher se fait des doctrines microbiennes fera sourire les microbiologistes.

Une idée philosophique le guide pourtant dans son étude : c'est la recherche de l'unité causale de maladies réputées différentes en raison des symptômes que leur impose le milieu. Cette étude eût gagné à être poursuivie avec rigueur.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 544e et 545e livraisons.* (*Prix de chaque livraison, 1 fr.*) *H. Ladmirault et Cie*, 61, *rue de Rennes.*

Les 544e et 545e livraisons renferment, entre autres, plusieurs articles sur les *machines* de MM. Knab et Joannis; une étude sur le *Magnétisme* par M. A. Joannis; une monographie très complète de l'île de *Madagascar* due à MM. Foucart, Harn, Jobin, Trouessart et Zaborowski; une description de la ville de *Madrid*, avec plan et figures, par M. A. M. Berthelot, enfin la biographie du général duc de *Mac-Mahon*, par M. A. Debidour.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Mars 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Tisserand** présente le tome IV de son Traité de Mécanique céleste; ce volume contient les théories des satellites de Jupiter et de Saturne, les perturbations des satellites des autres planètes et des comètes, l'exposé des principaux mémoires de Cauchy, Jacobi, Hansen, Newcomb et Gylden. — M. **Duménil** a suivi les variations d'éclat de l'étoile Mira-Ceti dans ses douze dernières périodes consécutives. Les observations établissent nettement que les époques de maximum sont notablement en retard aujourd'hui sur les dates données dans les éphémérides. — M. **Paul Painlevé** indique quelques propositions générales relatives à l'inversion d'un système de différentielles totales :

$$J_1(x_1, \ldots x_n) = \int P_{1,1}\, dx_1 + \ldots + P_{n,1}\, dx_n = u_1$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$J_n(x_1, \ldots x_n) = \int P_{1,n}\, dx_1 + \ldots + P_{n,n}\, dx_n = u_n$$

où les $P_{i,j}$ sont des fonctions algébriques de $x_1, \ldots, x_n$ dont le déterminant $[P_{i,j}]$ n'est pas nul identiquement. En particulier, les intégrales $J_1 \ldots J_n$ étant quelconques, quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'intégrale générale $x_1(u_1 \ldots u_n) \ldots x_n(u_1 \ldots u_n)$ dépende algébriquement des constantes $x_1^0 \ldots x_n^0$ (valeurs initiales de $x_1 \ldots x_n$ pour $u_1 = 0 \ldots u_n = 0$). Ces conditions s'énoncent ainsi : il faut et il suffit 1° que les intégrales J n'aient que $2k$ périodes non polaires distinctes $k \leqq n$ et l périodes polaires distinctes $l \leqq n - k$; 2° que (moyennant un changement linéaire convenable effectué sur $u_1 \ldots u_n$) les k premières intégrales J soient de première espèce et que les $(n-k)$ dernières n'aient chacune qu'une période polaire distincte au plus. — M. **Etienne Delassus** donne une extension du théorème de Cauchy aux systèmes les plus généraux d'équations aux dérivées partielles. Si p équations aux dérivées partielles, d'ordre n en z (fonctions de variables $x_1, x_2, \ldots x_m$) peuvent être résolues par rapport à p dérivées d'ordre n de z, on peut toujours faire un changement linéaire de variables, de façon à pouvoir les résoudre par rapport aux p premières de ces dérivées.

2° Sciences physiques. — M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine pendant l'année 1895. — M. le Secrétaire perpétuel signale un ouvrage de M. **Jean Rey** intitulé : *Eclairage des côtes*, notice sur les feux-éclairs à l'huile et à l'électricité, suivie d'un tarif descriptif des appareils construits par MM. Sautter, Harlé et Cie. — M. **C. H. Verdhurt** adresse une note relative à un système d'appareils de transmission, multipliant à la fois la force et la vitesse des machines, et supprimant le point mort, sans volant, à l'aide d'un seul cylindre. — M. **Menges** envoie, de La Haye, un complément à la note publiée par lui en 1884 sur la production des basses températures. — M. **Henri Becquerel** établit des différences importantes entre les effets des radiations invisibles émises par les sels d'uranium et le rayonnement de la paroi anticathodique d'un tube de Crookes. 1° Les rayons invisibles montrent la double réfraction, la polarisation des deux rayons et leur inégale absorption au travers de la tourmaline; le rayonnement du tube de Crookes donne des résultats négatifs dans les mêmes conditions; 2° L'absorption des deux rayonnements, lorsqu'ils traversent les mêmes substances, présente des caractères très différents constatés par la méthode photographique ou par l'action sur l'électroscope. 3° L'auteur expose quelques propriétés particulières de l'émission des radiations par les sels d'uranium, et conclut des recherches précédentes que la phosphorescence de la tache anticathodique n'est qu'un phénomène concomitant d'un phénomène électrique dont celle-ci serait le siège, et que c'est ce phénomène électrique qui provoque la phosphorescence de la plaque photographique et, par suite, la réduction des sels d'argent par les radiations phosphorescentes excitées sur place. — M. **Gouy** a reconnu que le verre, après avoir été exposé à des rayons cathodiques intenses, dégage de nombreuses bulles de gaz quand il est ramolli par la chaleur; il semble en résulter que les rayons cathodiques font pénétrer dans le verre les gaz du tube, qui restent ensuite occlus jusqu'à ce que le ramollissement du verre les mette en liberté. — M. **Georges Meslin**, en étudiant l'influence de la variation des champs magnétiques non uniformes dans la photographie par les rayons X, précise les conditions à réaliser pour obtenir rapidement des résultats; en cinq secondes, l'auteur a pu photographier nettement les os d'une main d'adulte. — M. **James Chappuis** a étudié méthodiquement la variation du temps de pose dans les photographies par les rayons X en fonction de l'influence d'un champ magnétique, de l'interruption du courant inducteur et de sa fréquence, du vide partiel du tube de Crookes (le vide est bon quand la pression est voisine de 1/500 de millimètre de mercure). — MM. **Benoist** et **Hurmuzescu**, en prolongeant très longtemps l'action du tube de Crookes sur les feuilles d'or de l'électroscope, ont toujours observé une chute complète, quel que fût le signe de la charge initiale et l'absence complète de toute nouvelle divergence ultérieure. Les auteurs ont en outre découvert que les métaux étant pris en disques de même diamètre, le temps de chute d'un même potentiel varie avec la nature du métal exposé, caractère que présente la déperdition de l'électricité sous l'action des rayons ultra-violets, avec cette différence que l'ordre des différents métaux n'est pas le même dans les deux cas. Les auteurs proposent une explication théorique de ces phénomènes et en déduisent des applications pratiques pour la photographie par les rayons X. — M. **F. Beaulard** a cherché à mettre en évidence la réfraction des rayons Röntgen en opérant dans le vide; il n'a pas obtenu de déviation nette, quoique la tache obtenue sur le cliché soit légèrement ovale. — M. **G. Sagnac**, en étudiant la diffraction et la polarisation des rayons Röntgen, établit la conclusion suivante : Les rayons qui impressionnent la plaque sensible à travers le volet de bois du châssis ne possèdent pas de longueurs d'ondes supérieures à 4 centièmes de micron. Un essai de polarisation par absorption a donné des résultats négatifs, sans établir un argument valable en faveur de l'hypothèse d'un vecteur longitudinal. — MM. **Imbert** et **Bertin-Sans** envoient des photographies stéréoscopiques obtenues avec les rayons X en vue de juger de la position et de la direction d'un corps étranger situé au sein des tissus. — MM. **Abel Buguet** et **Albert Gascard** déterminent, à l'aide des rayons X, la profondeur où siège un corps étranger dans les tissus, en envoyant sur l'objet les rayons X provenant de deux sources distinctes. — M. **Errera** n'a constaté aucune sensibilité du *Phycomyces* vis-à-vis des radiations X — M. **Charles Henry** admet que les rayons X sont des rayons ultra-violets à vibrations transversales, et montre comment tous les faits connus sont en parfait accord avec cette hypothèse : absence de réfraction, d'interférences, illumi-

nation des corps phosphorescents, etc. Les rayons cathodiques ne sont que des rayons Röntgen compliqués de convection de matière; cette conception explique leur influence sur le radiomètre. — Le même auteur adresse une réponse aux observations de M. Henri Becquerel relatives à une note sur le principe d'un accumulateur de lumière. — M. **Henri Becquerel** répond que le principe d'un accumulateur de lumière était pour lui une vérité acquise depuis longtemps. — M. **Ch. Moureu** a réalisé la synthèse de l'isosafrol en partant de l'acide méthylène-homocaféique, ce qui établit la constitution d'une façon indiscutable. L'isosafrol est donc bien la propénylméthylène-pyrocatéchine, le safrol est l'allylméthylène-pyrocatéchine. L'acide méthylène-homocaféique se prépare facilement en chauffant, au refrigérant à reflux, un mélange de pipéronal, d'anhydride propionique et de propionate de soude. — MM. **Barbier** et **Bouveault** se sont proposés de définir la formule de constitution du citronnellal découvert dans l'essence de citronnelle, l'essence de mélisse allemande, l'essence d'eucalyptus maculata. Le produit étudié par eux et contenu dans l'essence de citronnelle, mélisse des Indes, a fourni par oxydation de l'acétone et l'acide β-méthyladipique; les auteurs en concluent que sa formule de constitution est :

$$(CH^3)^2C{=}CH{-}CH^2{-}\overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{CH}{-}CH^2{-}CH^2{-}COH$$

qui est, en fait, un isomère du rhodinal.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Joannes Chatin**, continuant l'étude des macroblastes des huîtres, arrive aux conclusions suivantes : 1° les macroblastes sont d'origine conjonctive; 2° la localisation fréquente de ces éléments au sommet des papilles branchiales se trouve en rapport avec la faible résistance de l'épithélium sur cette région apicilaire. — M. **Ch. Janet** a observé les rapports des Lépismides myrmécophiles avec les Fourmis. Les *Lepismina polypoda* peuvent se passer des fourmis, lorsqu'ils ont à leur disposition une nourriture appropriée. Ils sont attirés dans les fourmilières par l'appât du liquide nutritif que les fourmis emmagasinent dans leur jabot et dont ils parviennent à s'emparer furtivement. — M. **Gentil** étudie le bassin tertiaire de la vallée inférieure de la Tafna. On y rencontre : 1° les deux étages inférieur (Suessonien) et supérieur (Ligurien) de l'Eocène; 2° de l'Oligocène (?); 3° la série complète du Miocène algérien.

J. Martin.

Séance du 7 Avril 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Emile Borel** indique quelques applications nouvelles de sa théorie des séries divergentes sommables. La série divergente de M. Poincaré :

$$\varphi(W, \mu) = 1 + \frac{W}{1+\mu} + \frac{W^2}{1+2\mu} + \frac{W^3}{1+3\mu} + \dots$$

ou plutôt son développement divergent suivant les puissances de μ :

$$\varphi(W, \mu) = A_0 + A_1\mu + A_2\mu^2 + \dots$$

est sommable si l'on prend :

$$\varphi(a) = e^{\sqrt{a}} + e^{-\sqrt{a}}$$

dans un domaine auquel appartiennent toutes les valeurs réelles et positives de μ. On peut énoncer un résultat analogue pour la série de Stirling. Les séries divergentes sommables deviennent aussi utiles dans les calculs numériques que dans les recherches théoriques. L'auteur termine en indiquant l'extension facile de la théorie aux séries à plusieurs indices, par l'emploi de fonctions entières à plusieurs variables.

2° Sciences physiques. — M. le Secrétaire perpétuel signale la 23e année du *Bulletin de la Commission météorologique de l'Hérault*. — M. **P. Silvanus Thompson** recommande, pour l'étude des rayons X, l'emploi d'un écran au platinocyanure de potassium, douze fois plus lumineux que celui de baryum. Au moyen de cet écran, l'auteur a étudié l'effet d'un tube de Crookes pendant l'opération d'évacuation par la trompe de Sprengel. Par une raréfaction modérée, les rayons X ne pénètrent pas la chair à l'exclusion des os aussi librement que les rayons qui sont émis quand le vide est poussé plus loin. D'autre part, quand le vide est exagéré, les rayons X pénètrent non seulement la chair, mais aussi les os; il y a donc une certaine condition de vide pour laquelle la différence entre la transparence de la chair et celle des os est maxima. — M. **A. Lafay**, après avoir mis en évidence la déviation par l'aimant des rayons de Röntgen modifiés par un passage préalable à travers une lamelle électrisée, montre qu'il existe des rayons de Röntgen électrisés soit positivement, soit négativement. Il doit exister entre les rayons de Röntgen, électrisés négativement, se propageant dans l'air raréfié, et les rayons cathodiques, la plus grande analogie, peut-être même identité absolue. En outre, l'auteur a observé qu'un tube de Crookes, ne fonctionnant plus quand le vide est trop parfait, reprend ses propriétés primitives quand on le chauffe pendant quelque temps dans une étuve à 200°. — MM. **James Chappuis** et **E. Nugues** établissent : 1° que la puissance d'un tube de Crookes, actionné par une bobine de Ruhmkorff à interrupteur Foucault, n'augmente pas, pour une même intensité du courant mesuré dans l'inducteur fermé, en même temps que le nombre des interruptions; 2° la puissance du tube est instantanée, comme la décharge qui produit la fluorescence; 3° le maximum de puissance dépend de la self-induction de l'enroulement induit et les conditions nécessaires à sa production changent, pour un même courant mesuré dans l'inducteur fermé, avec la bobine employée. — M. **Tassilly** a déterminé la chaleur de dissolution dans l'hydracide correspondant des oxybromures alcalino-terreux et de l'oxychlorure de baryum, et calculé leur chaleur de formation. — M. **A. Besson** a étudié l'action des acides bromhydrique et iodhydrique sur le chlorure de phosphoryle. Le gaz bromhydrique donne toute la série des produits de substitution $POCl^2Br$, $POClBr^2$, $POBr^3$ et PBr^5; l'action de l'acide iodhydrique est moins nette, elle paraît donner naissance à une petite quantité d'oxyiodure de phosphore. L'auteur a cherché également à obtenir des chlorobromures, mais le produit de la réaction, fractionné sous pression normale ou réduite, se scinde toujours finalement en PCl^3 et PBr^3. — M. **Balland** a fait l'étude chimique d'un riz conservé depuis plus d'un siècle; la matière intérieure du riz est cornée et n'a plus la cassure blanche des riz nouveaux; mais, à la cuisson, elle se développe bien, sans perdre cependant cette saveur spéciale aux vieilles céréales, désignée vulgairement sous le nom de goût de vieux. L'examen comparatif des grains anciens et nouveaux a donné des résultats prouvant que, dans le vieux riz, les matières grasses seules tendent à disparaître, sans que l'acidité soit sensiblement modifiée.

C. Matignon.

3° Sciences naturelles. — M. **Lortet**, au Caire, a eu l'occasion de disséquer un eunuque âgé de vingt-quatre à vingt-cinq ans. Sa taille était de 200cm. Le squelette était caractérisé par un fémur très faible, presque sans courbure; le tibia et le péroné, tous deux grêles, étaient d'une longueur (47cm et 44cm) disproportionnée à la hauteur du sujet. Ce fait, vérifié sur un grand nombre d'eunuques vivants, correspond entièrement à ce qu'on peut constater chez les animaux châtrés. L'ablation des testicules semble donc, lorsqu'elle est pratiquée dans le jeune âge, amener un accroissement en longueur des membres postérieurs, provenant surtout de l'élongation du tibia et du péroné. J. Martin.

Séance du 13 Avril 1896.

M. **Faye** est désigné pour faire partie du Conseil supérieur de l'Instruction publique. — M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à accepter la donation de Mlle Dodu, pour la fondation d'un prix annuel, qui portera le nom de Prix du baron **Larrey**. — M. Jorgensen adresse un exemplaire de la médaille frappée en souvenir du 70e anniversaire de M. **Julius Thomsen**.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Jonquières** communique une lettre de Gauss, du mois de juin 1805, adressée à Delisle, professeur de Mathématiques au Lycée d'Orléans, qui préparait une traduction de ses *Disquisitiones arithmeticæ*. — M. **A. Thybaut** établit la proposition suivante, relative à certaines classes d'équations de Laplace à invariants égaux : à supposer que l'on connaisse p, solution de l'équation

$$\frac{d^2\Theta}{d\alpha\, d\beta} = K\Theta \tag{1}$$

vérifiant la relation :

$$\Sigma_p \Theta_i^2 = 0$$

et soit ω une $(p+1)$ ème solution quelconque; si l'on pose :

$$A_i = \int \left(\Theta_i \frac{d\omega}{d\alpha} - \omega \frac{d\Theta_i}{d\alpha}\right) d\alpha - \left(\Theta_i \frac{d\omega}{d\beta} - \omega \frac{d\Theta_i}{d\beta}\right) d\beta,$$

la fonction

$$\omega' = \Sigma A_i \Theta_i$$

est une nouvelle solution de l'équation (1).

2° Sciences physiques. — M. **Pilleux** adresse un mémoire sur l'éther cosmique.—M. **Jules Lemoine** s'est proposé de vérifier si la biréfringence acquise par le sulfure de carbone électrisé était proportionnelle au carré de la force électrique, et de déterminer la valeur absolue de la constante de Kerr, constante qui représente le retard, exprimé en longueurs d'onde, d'une vibration lumineuse polarisée dans un plan normal à la force électrique, l'intensité de cette force étant égale à l'unité électrostatique et l'épaisseur traversée par le rayon lumineux dans une direction perpendiculaire égale à 1 centimètre. 1° Les écarts entre la loi exacte de biréfringence et la loi de Kerr ne peuvent dépasser 1 pour 200°; 2° la valeur absolue de la constante est $3{,}70 \times 10^7$. — M. **Choisy** adresse un mémoire sur les effluves électro-magnétiques. — M. **Pierre Picard** communique une note relative à ses travaux antérieurs sur les rayons obscurs. — M. **A. Lafay** s'est demandé si les rayons de Röntgen électrisés éprouvent réellement un changement de nature, une électrisation, en traversant la lamelle électrisée, ou si les déviations observées ne sont que le résultat des effets combinés de l'électro-aimant et du champ électrique développé par la lame d'argent. Les expériences démontrent que la seconde explication est inadmissible. L'auteur a vérifié, en outre, qu'il est indifférent, pour dévier les rayons de Röntgen, de les électriser avant ou après leur passage à travers le champ magnétique. — M. **N. Piltschikoff** a étudié l'action des rayons Röntgen sur les couches électriques doubles et triples; il a constaté que ces rayons ont une action déchargeante à travers une couche double, qui reste à peu près intacte, et à travers un disque en zinc, qui est absolument opaque pour ces rayons, sur l'électricité libre de la surface externe du disque; ce phénomène inattendu paraît difficile à expliquer. — MM. **A. Fontana** et **A. Umani** adressent une réclamation de priorité à propos de l'action mécanique émanant des tubes de Crookes; ils ont été les premiers à exclure toute relation entre les rayons de Röntgen et les phénomènes observés avec les tubes de Crookes, et à nier l'exactitude de la méthode proposée pour mesurer l'intensité des rayons X. — M. **Ferrand Ranwez** applique la photographie à l'aide des rayons Röntgen aux recherches analytiques des matières végétales; l'addition des matières minérales se trouve décelée rapidement et facilement. Un échantillon de safran, enrobé de sulfate de baryum habilement dissimulé, donne des filaments dont la photographie est entourée d'une véritable carapace de matière minérale. — M. **P. Garrigou-Lagrange** résume les variations séculaires du baromètre sous l'influence lunaire dans les conclusions suivantes : 1° L'action de la lune sur l'atmosphère est très notable et se manifeste dans les mouvements diurnes par des ondes dont l'amplitude atteint $1^{mm}20$ de mercure au dixième parallèle, mais dont la phase est complètement renversée de la lune boréale à la lune australe; 2° cette action peut être rattachée aux lois de l'attraction universelle; elle rentre, notamment pour les oscillations diurnes, dans les formules de la mécanique céleste, à condition d'y rétablir certains termes supprimés par Laplace, qui prennent une grande importance dans les mouvements atmosphériques. La théorie et l'observation s'accordent pour reconnaître dans ces mouvements non seulement des oscillations de courte durée, diurnes ou semi-diurnes, telles que celles de la mer, mais encore des oscillations importantes de longue période, mensuelles ou séculaires, qui résultent des résolutions combinées du périgée et du nœud. — MM. **G. Hermite** et **G. Besançon** exposent les principaux résultats de la dernière ascension à grande hauteur du ballon explorateur l'*Aérophile*, (22 mars 1895). A la hauteur maxima de 14.000 mètres obtenue en environ trois quarts d'heure, la température s'est abaissée à — 63°. La décroissance de la température est, en moyenne, de 1° C par 182 mètres. — M. **P.-P. Dehérain** a cherché à se rendre compte du rôle de la jachère. Cette pratique était parfaitement adaptée aux conditions dans lesquelles nos pères cultivaient, la perte d'une année de récolte était compensée par l'apparition du plus puissant des agents de fertilité, l'azote. Aujourd'hui que notre production de fumier s'est accrue, que nous pouvons acquérir du nitrate de soude, la pratique de la jachère, si utile à une culture qui souffre de la pénurie d'engrais, n'a plus de raison d'être. Elle disparaîtra surtout en plaçant des betteraves ou des pommes de terre en tête de l'assolement. — M. **Th. Schlœsing** utilise le dosage d'azote nitrique pour distinguer les diverses sources d'eaux : 1° celles qui ne débitent que des eaux parfaitement filtrées et épurées par leur trajet dans le sol : ce sont de véritables sources offrant les meilleures garanties de salubrité; 2° les fausses sources, celles qui ne sont que des issues par lesquelles réapparaissent, au jour, des rivières qui se sont perdues en partie ou en totalité dans des terrains très perméables. Le titre d'une rivière en azote nitrique est essentiellement variable, et celui de l'eau de ruissellement est très faible. On reconnaîtra la nature d'une source par l'amplitude des variations de son titre nitrique. — MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault** donnent un procédé de préparation de l'homolinalool, en traitant la méthylheptènone naturelle par le zinc et l'iodure d'allyle, suivant la méthode de Saytzeff. Les auteurs regardent provisoirement le licaréol et le licarhodol comme possédant les constitutions :

$$(CH^3)^2C{=}CH{-}CH^2{-}CH^2{-}\overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{CH}{-}C(OH){=}CH^2$$

$$(CH^3)^2C{=}CH{-}CH^2{-}CH^2{-}\underset{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}{CH}{-}CH{=}CH(OH)$$

M. **G. Favrel** a reconnu que les cyanacétates de propyle, de butyle et d'amyle, sont aptes, comme leurs homologues inférieurs, à engendrer des hydrazones ou des dérivés azoïques en réagissant sur le chlorure de diazobenzène, et à fournir comme eux deux modifications isomériques. Les points de fusion de ces éthers

décroissent à partir du dérivé méthylé jusqu'au dérivé amylé dans chaque série, avec une exception pour le benzèneazocyanacétate de butyle. C. MATIGNON.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **Quinson** fournit une note sur les températures animales dans les problèmes de l'évolution. D'après l'auteur, la vie, dans son évolution, s'ordonne du refroidissement du globe; elle débuta par les températures les plus hautes; elle n'eut pas d'abord, pour son milieu chimique, d'autre température que celle du milieu ambiant. La température tombant, le pouvoir calorifique paraît; son origine s'éclaire; le pouvoir calorifique, fonction du refroidissement, détermine, avec les températures animales, l'ordre d'apparition des espèces; enfin la classe mammifère n'est pas uniquement composée d'animaux dits à sang chaud, mais comporte tout un groupe qu'on peut véritablement nommer à sang froid. J. MARTIN.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Avril 1896.

Le Président annonce à l'Académie le décès de MM. **Jules Lefort** et **Constantin Paul**, membres de l'Académie. — L'Académie décerne le prix Saint-Paul, par parties égales, à MM. les Drs **Behring** et **Roux**. — M. **E. Nicaise** présente un rapport sur un mémoire du Dr **Huguet** relatif à un cas de mastite traumatique chez l'homme. — M. **Poncet** (de Lyon) signale un cas de fistule trachéo-œsophagienne d'origine actinomycosique. La malade avait l'habitude de manger fréquemment du maïs frais; c'est cette céréale qui a dû provoquer, par infection directe, un abcès de l'œsophage, suivi de fistule. Après opération chirurgicale, la malade fut soumise à la médication iodurée; sa santé s'améliora rapidement. — M. le Dr **R. Saint-Philippe** lit un mémoire sur le gavage par la voie nasale des enfants débiles, épuisés, nés avant terme ou atteints de lésions de la bouche. — M. le Dr **A. Guépin** envoie un mémoire sur les moyens de faire pénétrer la sonde à demeure chez les prostatiques.

Séance du 21 Avril 1896.

M. **Reclus** présente, au nom du Dr **Hagopoff** (de Constantinople), un tire-bouton pour retirer de l'estomac les boutons métalliques qu'on emploie au cours des gastro-anastomoses. — M. **Mahé** donne un aperçu sur les principales apparitions de la peste depuis les dix dernières années. La dernière épidémie de Canton et de Hong-Kong a amené la découverte, par les Drs Kitasato et Yersin, du microbe pestilentiel. La contagion ou transmissibilité de la peste, admise de toute antiquité, n'a pu qu'être confirmée par les inoculations du bacille spécifique. Elle commande, plus que jamais, la mise en œuvre de toutes les mesures prophylactiques en usage contre les maladies contagieuses. Cette dernière considération est applicable en particulier à nos possessions de l'Indo-Chine voisines ou limitrophes des provinces chinoises, où la peste est endémo-épidémique. — M. **F. de Ranse** lit une note sur le traitement hydrominéral de l'angine et des pseudo-angines de poitrine. Le traitement consiste essentiellement dans des bains tempérés dont on augmente graduellement, mais lentement, la durée. On y joint parfois, dans certains états névropathiques qui tiennent sous leur dépendance les accès angineux, des douches chaudes, tempérées ou écossaises, toujours à faible pression. Le réveil des accès, qui se produit généralement sous l'influence des premiers bains et durant la période d'excitation thermale, ne doit pas inquiéter les malades, mais exige, de leur part, certaines précautions, et, de la part du médecin, une surveillance des plus attentives. — M. le Dr **L. G. Richelot** lit un travail sur la laryngotomie inter-crico-thyroïdienne.

Séance du 28 Avril 1896.

M. **E. Besnier** est élu membre du Conseil en remplacement de M. Constantin Paul, décédé. — M. **S. Pozzi**, en signalant un nouveau cas d'appendicite, formule les conclusions suivantes : Toute appendicite confirmée, quel que soit le type auquel elle appartienne et quelle que soit sa bénignité apparente, peut amener rapidement la perforation; si elle guérit, elle est généralement suivie de récidive. Toutes les fois qu'un appendice donne lieu à des accidents locaux et généraux, quelle qu'en soit la gravité, il doit être opéré sans retard. En effet, ou bien ces accidents font courir immédiatement un danger de mort, ou bien, s'ils s'apaisent momentanément, ils laissent le malade atteint d'une infirmité souvent pénible et toujours menaçante. — M. **Dieulafoy** cite un autre cas et insiste sur les conclusions de M. Pozzi.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 18 Avril 1896.

M. **Kauffmann** arrive aux conclusions suivantes dans ses études sur les transformations chimiques extra-organiques : 1° Toute la chaleur émise par l'organisme peut être rapportée à des phénomènes chimiques de pure oxydation; 2° Cette oxydation a pour effet de faire passer l'albumine successivement par les phases graisse, puis sucre, et les graisses par la phase sucre; 3° La matière hydrocarbonée, glycose et glycogène, représente donc la forme chimique en laquelle tous les principes immédiats se transforment avant la destruction complète. — MM. **Richet** et **André Broca** ont recherché la chaleur dégagée par le muscle en contraction, au moyen de l'aiguille thermo-électrique. Il existe au début de la contraction du muscle normal un refroidissement peu sensible; puis la température s'élève, et l'ascension thermique continue après la cessation de la contraction. — M. **Rénon** a observé le passage du mycélium de l'*aspergillus fumigatus* dans les urines au cours de l'aspergillose expérimentale; ce passage s'explique par les lésions considérables du rein au cours de cette maladie. — M. **Phisalix** étudie l'immunité de certains animaux au venin de la vipère et montre que ce fait tient à l'exagération, dans le sang, de substances antagonistes. — M. **Lorrain** démontre que, dans le pneumothorax à soupape, l'entrée de l'air dans la plèvre a lieu pendant l'expiration et non pas pendant l'aspiration. — M. **Méry** a isolé, du sang d'une malade atteinte de scarlatine, un streptocoque sur lequel le sérum de M. Marmorek s'est montré expérimentalement absolument sans action. Il semble établi qu'il y a chez l'homme plusieurs variétés de streptocoques; cela explique l'inégalité d'action du sérum de M. Marmorek, mais n'infirme en rien sa haute valeur. — MM. **Charrin** et **Gley** présentent le squelette d'un lapin atteint de rachitisme sous l'influence d'inoculations à ses générateurs de toxines pyocyaniques. — MM. **Doyon** et **Hugounencq** (de Lyon) envoient un travail sur les cultures de bacille de Lœffler dans des milieux chimiques définis.

Séance du 25 Avril 1896.

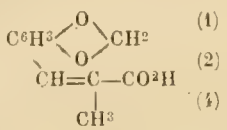
M. **Kauffmann** formule quelques nouvelles conclusions : chez le chien, tous les principes immédiats des aliments sont susceptibles de se transformer dans l'organisme en graisse de réserve. Pendant la digestion d'aliments sucrés, la graisse se forme activement et dérive en très grandes parties de l'albumine qui se détruit dans l'organisme, et dont on retrouve l'azote dans les urines. Les aliments albuminoïdes et gras servent surtout à la constitution de la réserve énergétique fixe destinée aux besoins futurs; les aliments hydrocarbonés fournissent surtout l'énergie immédiatement utilisée pour le travail physiologique. — MM. **Drouin** et **Rénon** ont observé chez le cheval une généralisation néo-plasique sous-cutanée développée sur la nuque. — M. **P. Carnot** et Mlle **C Defandre** continuent leurs recherches sur la persistance de la pigmentation dans la greffe épidermique. Il semble que le pigment soit une production de la cellule épidermique, puisque, en

transplantant la cellule, on transplante la propriété chromogène; mais l'organisme entier y prend part, puisque la greffe ne persiste que chez l'animal déjà coloré. — M. **Boucheron** a injecté du sérum de Marmorek à un diabétique en état de streptococcie; après l'action préventive de ce sérum, l'opération de la cataracte a pu être suivie de succès, malgré la glycosurie et la streptococcie. — MM. **Doyon** et **Dufourt** ont trouvé que les repas n'avaient aucune influence sur la sécrétion biliaire. — M. **Bendersky** (de Kiew) indique une nouvelle méthode d'exploration des viscères par la percussion auscultée au moyen d'une sorte de stéthoscope à tige souple. — M. **Galippe** établit que la pyorrhée salivaire n'est pas d'origine goutteuse. — M. **Richet** montre que les modifications calorifiques des muscles en contraction ne sont pas sous la dépendance de la circulation; car, si on arrête celle-ci, les phénomènes s'observent, même avec plus d'intensité.

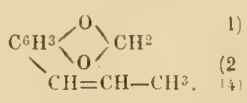
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 *Mars* 1896.

La décomposition de l'acide méthylène-homo-caféique :



a permis à M. **Moureu** de réaliser la synthèse de l'isosafrol. Ce dernier composé se produit dans la préparation même de l'acide. Il se dégage en effet constamment de l'acide carbonique qui provient de la décomposition de l'acide non saturé, et l'on obtient bien l'isosafrol de formule :



Pour préparer l'acide on chauffe pendant quatre à cinq heures, au réfrigérant à reflux, poids égaux de proponiate de soude, d'anhydride propionique et de pipéronal. Après refroidissement, on décante la liqueur limpide, et l'on essore à la trompe l'acide non saturé formé. Il se sépare une huile bouillant à 248°5-250°,5, présentant tous les caractères de l'isosafrol. — M. **Tanret** fait remarquer que, le 24 mai 1895, il a parlé à la Société chimique de ses recherches sur les modifications moléculaires des sucres, et que le travail de M. Fischer sur cette question est du 27. M. Tanret a bien caractérisé à cette époque l'isodulcite β cristallisée fondant à 110°. Il a donc le droit de continuer à s'occuper de cette question, d'autant plus qu'il le fait à un tout autre point de vue que M. Fischer. D'autre part M. Fischer déshydrate l'isodulcite en la chauffant plusieurs jours au bain-marie et la fait cristalliser dans l'acétone, pendant que M. Tanret se sert des cristaux obtenus par une précipitation éthéro-alcoolique pour amorcer une cristallisation entre 90 et 100°. Enfin M. Tanret maintient que l'isodulcite anhydre cristallisée, même celle qui a été rapidement déshydratée à chaud et recristallisée dans l'acétone, fond vers 111° et non à 122°-126°. Les résultats obtenus par M. Tanret relativement au pouvoir rotatoire diffèrent aussi de ceux de M. Fischer. — Dans l'étude des dérivés iodés de l'anisol, M. **Reverdin** a constaté un cas de migration de l'atome d'iode, qui, de la position para, passe à la position ortho sous l'influence de l'acide azotique. — M. **Maumené** discute une application de sa théorie générale. — M. **Villiers**, en collaboration avec M. **Fayolle**, a reconnu que le procédé de recherche des traces d'acide borique qu'il a donné précédemment présente une sensibilité supérieure à celle qui correspond aux doses minima indiquées dans les vins par M. Jay. Donc on peut conclure à l'absence d'acide borique du moins dans les proportions que l'on peut constater dans une expertise; ceci est absolument contraire aux allégations de M. Jay. Ce procédé permet de doser par comparaison à moins de deux dixièmes de milligrammes des quantités d'acide borique qu'aucune autre méthode ne permettrait d'apprécier. — M. **Lespieau** a obtenu l'éther diméthylique du glycol :

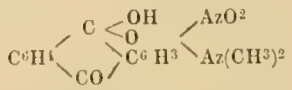
$$CH^2OH—C{\equiv}C—C{\equiv}C—CH^2OH$$

en oxydant à froid le dérivé cuivreux de l'éther méthylpropargylique. Ce composé est un liquide incolore se résinifiant à la lumière; il cristallise dans un mélange de glace et de sel, fond à 9°, distille à 104°5-105°5 sous 12 millimètres; chauffé à la pression atmosphérique il fuse et laisse un volumineux résidu de charbon. Il fixe, à 15°,4 atomes de brome. — M. **Bertrand**, tout en confirmant les expériences de MM. Fischer et Bamberg sur la transformation de l'acide xylonique en l'acide lixonique, fait néanmoins quelques observations sur cette question. De plus, il a reconnu que la réduction de la lactone lixonique par l'amalgame de sodium donne non seulement le lixose mais aussi la lixite. Ce dernier corps ne lui a pas donné d'acétal avec l'aldéhyde benzoïque en opérant dans les conditions où la xylite en donne si facilement un. — M. **Scheurer-Kestner** a reconnu que le dosage par liqueur titrée de l'acide pyroligneux donne des résultats très inexacts. Une partie de l'acide à l'état d'éther échappe aux dosages, pendant que, d'autre part, les phénols absorbent pour leur saturation une certaine quantité de l'alcali employé au dosage. En distillant l'acide pyroligneux sur de l'acide phosphorique étendu, ces deux causes d'erreur disparaissent. En dosant l'acétate de méthyle M. Scheurer-Kestner a pu constater que, dans certains acides pyroligneux, la quantité d'acide à l'état d'éther méthylique dépasse de 16 % le titre en acide libre. — M. Scheurer-Kestner présente une note de M. **Stahl** sur l'attaque des cuvettes en fonte dans la fabrication du sulfate de soude. Des résultats fournis par M. Stahl et des faits observés à Thann, il résulte que l'usure est en moyenne de 460 grammes par tonne de sulfate produit; elle varie d'ailleurs du simple au triple d'après la nature du métal composant la cuvette. E. CHARON.

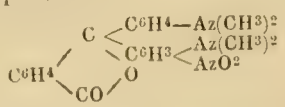
SECTION DE NANCY

Séance du 15 *Avril* 1896.

MM. **Haller et Guyot** ont poursuivi l'étude des dérivés de l'acide diméthylamido-benzoylbenzoïque. Ce composé, nitré à froid en solution acétique, avec la quantité calculée d'acide azotique fumant, donne un acide mononitré qui cristallise dans l'alcool en aiguilles jaunes à saveur sucrée, renfermant une molécule d'eau de cristallisation et fondant à 105°. Chauffé à l'étuve à 120°, l'acide fond, perd son eau de cristallisation, puis recristallise anhydre et ne fond plus qu'à 167°. La position du groupe nitré dans la molécule n'étant pas encore établie avec certitude, la formule de constitution suivante :

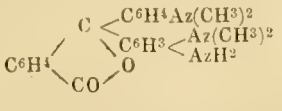


qu'ils donnent à cet acide doit être considérée comme provisoire. Les sels cristallisent généralement très bien. Son éther méthylique s'obtient par éthérification directe et se présente en gros prismes jaunes fondant à 136°. L'acide anhydre, traité par une molécule de diméthylaniline et un agent de condensation donne la nitrométhylaniline phtaléine :



qui se présente en prismes jaune orangé, fondant à

170°, très solubles dans le chloroforme et la benzine, beaucoup moins dans l'alcool et l'éther. Une solution chlorhydrique de cette phtaléine, traitée par la quantité théorique de protochlorure d'étain, laisse déposer après quelques instants de belles aiguilles blanches d'un chlorostannate d'où l'on isole l'amidodiméthylanilinephtaléine :



en petits cristaux incolores fondant à 170° et brunissant légèrement à l'air. Cette base donne avec les oxydants une coloration rouge violacé. — M. **Petit** a constaté, en faisant fermenter une levure haute et une basse dans un liquide nutritif composé avec du glucose, de l'asparagine et du phosphate d'ammoniaque en quantités connues, que la levure haute consomme proportionnellement plus d'azote amidé que d'azote ammoniacal. Sur 100 azote absorbé par la levure, on trouve 35 d'azote amidé pour la levure haute et seulement 14 pour la basse. Ce caractère permet donc d'établir une différence au point de vue d'assimilation entre les deux espèces de levures. — M. **Férée** attribue à l'amalgame de cobalt comprimé dans une peau de chamois et au même amalgame soumis à une pression de 100 kilogrammes et ensuite à une pression de 200 kilogrammes par centimètre carré les formules suivantes :

$$CoHg^3, Co^4Hg^3 \quad \text{et} \quad Co^3Hg^2.$$

L'analyse de l'amalgame de nickel, dans les mêmes conditions que pour l'amalgame de cobalt, conduit aux formules $NiHg^9$ et $NiHg^5$; mais, chose curieuse, l'amalgame $NiHg^5$, c'est-à-dire l'amalgame obtenu sous une pression de 100 kilogrammes par centimètre carré, ne perd pas sensiblement plus de mercure lorsqu'on le soumet à une pression de 200 kilogrammes par centimètre carré. Les amalgames de Ni et de Co distillés dans le vide entre 220 et 230° ne donnent pas du Ni et du Co pyrophoriques, mais le métal s'échauffe considérablement et ne peut être tenu dans la main. — M. **Guinchant** expose le résultat de recherches sur l'état des sels basiques dans les solutions acides. L'addition de sous-sulfate de mercure $HgSO^4$, $2HgO$ à des solutions d'acide sulfurique de concentrations diverses, inférieures à $\frac{3}{4}$ de molécule par litre, en a toujours diminué l'abaissement du point de congélation aussi bien que la conductibilité. Ces faits sont incompatibles avec l'hypothèse d'une simple dissolution du sel basique. Les discussions des mesures cryoscopiques effectuées avec le sulfate, le sous-sulfate et l'oxyde de mercure en solution dans des liqueurs sulfuriques, permettent de conclure que le mercure existe dans tous les cas à l'état de sulfate neutre. Il en résulte que la décomposition du sulfate $HgSO^4$ par l'eau n'est en rien limitée par une concentration déterminée de l'acide sulfurique, mais est vraisemblablement régie par la loi qu'a indiquée M. Le Châtelier. A. HALLER.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

E. A. Schæfer, F. R. S. **et B. Moore** : **Sur la contractilité rythmique de la rate.** — Les auteurs ont étudié la contractilité rythmique de la rate qui a été découverte par Roy (*Journ. Physiolog.*, vol. III) et l'influence exercée sur cette fonction par les nerfs, les agents toxiques et les extraits animaux. Dans ce but, ses changements de volume ont été étudiés à l'aide d'un plétysmographe spécialement construit à cet effet, et disposé de telle sorte que les vaisseaux sanguins qui traversent le hile subissent aussi peu de compression que possible. Dans ces conditions la rate répond immédiatement par des changements de volume à toutes les modifications de la pression sanguine, d'origine respiratoire ou cardiaque, et a fortiori aux changements plus considérables tels que ceux déterminés par exemple par la compression de l'aorte, (cela est en contradiction avec les résultats obtenus par Roy). La conclusion, à laquelle Roy est arrivé, à savoir : que la rate est pratiquement isolée du système artériel et que sa circulation est assurée au moyen de ses contractions propres, est donc inexacte. Les contractions rythmiques sont indépendantes du système nerveux central, car elles se produisent alors que tous les nerfs qui se rendent à l'organe sont sectionnés et même dans une rate séparée du corps où l'on fait circuler du sang artériel défibriné. Elles sont augmentées par les injections intra-veineuses de certains poisons et de certains extraits animaux qui ont une action spécifique sur l'organe : en première ligne viennent le curare, l'extrait aqueux de capsules surrénales et l'extrait aqueux de cerveau. L'extrait de capsules surrénales détermine une énorme contraction, suivi par un accroissement de l'étendue de l'onde rythmique; le curare et l'extrait de cerveau provoquent cet accroissement sans violente contraction initiale. Comme l'avait montré Roy, la dyspnée provoque des contractions marquées de la rate. Ces contractions sont d'origine centrale ; après la section de tous les nerfs qui se rendent à l'organe, elles sont remplacées par une dilatation passive, due à l'élévation de la pression sanguine générale, qui est bientôt suivie d'un accroissement de l'étendue des contractions rythmiques. La cessation temporaire de l'irrigation sanguine accroît aussi leur étendue, probablement parce que la privation d'oxygène rend alors le tissu splénique plus excitable. Les nerfs splanchniques, gauche et droit, renferment non seulement des fibres constrictrices de la rate (Tarchanoff, *Pflüger's Archiv*, vol. VIII; Roy, *loc. cit.*), mais aussi des fibres dilatatrices de cet organe. Il n'y a aucune preuve (contrairement à ce qu'a soutenu Roy) que les nerfs vagues contiennent des fibres centrifuges qui puissent exercer une action sur ce volume de la rate. Lorsque leur action inhibitrice sur le cœur est neutralisée par l'atropine, même la plus forte excitation du bout périphérique de ces nerfs n'a aucune action directe sur la rate. L'excitation d'un quelconque des filets nerveux qui accompagnent les branches artérielles qui se rendent à la rate cause une forte contraction de l'organe entier. Les contractions qui résultent de l'excitation des splanchniques se produisent toujours, pourvu qu'un seul rameau nerveux ait été respecté, tous les autres nerfs ayant été sectionnés. Il est donc probable qu'il y a dans l'épaisseur de l'organe de nombreuses anastomoses. Les auteurs ont démontré l'existence de nombreuses fibres afférentes dans les nerfs qui innervent la rate.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Récentes communications.

M. **H. Wilson Hake** a mesuré le degré relatif de déliquescence ou déliquescence spécifique de certains sels. Dans le plus grand nombre des cas, la déliquescence maxima correspond à un hydrate de composition bien définie lorsque le sel employé est pur. L'auteur donne la liste des sels étudiés. — MM. **W. H. Bentley, E. Haworth** et **W. H. Perkin** junior, décrivent les acides γ phénoxéthylmalonique :

$$C^6H^5OCH^2.CH^2.CH\,(COOH)^2,$$

diphénoxyéthylmalonique, γ phénoxybutyrique :

$$C^6H^5OCH^2.CH^2.CH^2COOH,$$

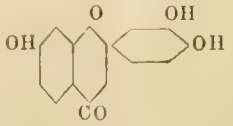
diphénoxyéthylacétique :

$$(C^6H^5OCH^2.CH^2)^2CH.COOH$$

α phénoxyéthyl-γ-hydroxybutyrique :

$$\begin{matrix} HO.CH^2.CH^2 \\ C^6H^5O.CH^2.CH^2 \end{matrix}\!\!>\!CH.COOH;$$

γ-phénoxyéthyl-α-méthylmalonique; la α méthylbutyrolactone.—MM. E. Hawvorth et W.H. Perkin, junior: Note sur la préparation du glycol. — M. A. G. Perkin, publie ses études sur la constitution de la luteoline qu'il considère comme une tétrahydroxy-β-phényl-γ-pyrone analogue à la fisétine $C^{15}H^{10}O^{6}$. La formule serait :



M. W. F. Laycock : Examen des produits obtenus par la distillation sèche du son sur de la chaux. — M. Joji Sakurai : Constitution de la glycosine.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Récentes communications.

1° Sciences physiques. — M. Philipp Heberdey : Mesures de cristaux. L'auteur donne les mesures cristallographiques de quatorze nouvelles combinaisons organiques obtenues par MM. Weidel, Zeisel, Lippmann.

2° Sciences naturelles. — Le Ministre de la guerre envoie le compte rendu des travaux effectués à bord du *Pola* pendant le mois de novembre 1895. — M. Erich Tschermak : Etude sur la pénétration des solutions salines ou des solutions de matières colorantes dans les végétaux (sulfo-indigotate de soude, fuchsine, safranine, violet de gentiane, éosine, chlorures de lithium, de baryum, azotates de strontium, de calcium, chlorure de sodium, de fer). — M. v. Mojsisovics : Etude sur les calcaires. — M. Franz Toula rend compte de ses études géologiques faites sur la côte sud de la mer de Marmara.

1° Sciences physiques. — M. C. von Niessel détermine les orbites de quatre météores signalés du 16 au 25 janvier 1895. — M. Gustav Jaeger : Influence du volume moléculaire sur la longueur moyenne de la trajectoire des molécules gazeuses. — M. Berthold Jesteles : Distillation de l'o-crésol avec l'oxyde de plomb. Il se produit un composé bien cristallisé fondant à 162-163°; l'analyse et ses réactions chimiques en font un homologue de la xanthone, le méthyl ou la diméthylxanthone. Le nouveau composé ne peut être identifié avec aucun des dérivés connus de la xanthone. — Le phénylsalicylate de calcium soumis à la distillation donne la xanthone, l'éther du phénol et le phénol. — M. Paul Cohn : Sur l'orthobenzoylphénol. Le corps a la forme de feuillets jaunes fondant à 56° et soluble en jaune dans la potasse; il est acétonique et fournit une hydrazone et un oxime. Les dérivés bromé, sodique, benzoyle et méthylés sont décrits.

1° Sciences mathématiques. — M. v. Hardtl : Sur l'accélération séculaire de la lune.

2° Sciences physiques. — M. Léopold Pfaundler : Etudes sur la nature et les applications des rayons de Röntgen, avec des photographies. — M. St. Meyer : Le siège de la force électromotrice dans l'électromètre capillaire et dans l'appareil électrique à gouttes. — M. Becke : Relations entre la dynamométamorphose et le volume moléculaire. L'examen des dynamométamorphoses telles que la suivante :

$$\underset{\text{Plagioclase}}{x(NaAlSi^3O^8)}+\underset{\text{Orthoclase}}{4(CaAl^2Si^2O^8)+KAlSi^3O^8}+2H^2O=$$

$$\underset{\text{Albite}}{x(NaAlSi^3O^8)}+\underset{\text{Zoïsite}}{2(HCa^2Al^3Si^3O^{13})}+\underset{\text{Muscosite}}{H^2K.Al^3Si^3O^{12}}+\underset{\text{Quartz}}{2SiO^2}.$$

et l'examen des volumes moléculaires montrent que ceux-ci diminuent par suite de telles transformations. — M. Lieben : Sur l'alcoolate diatomique produit par l'action de la potasse alcoolique sur l'aldéhyde. — M. Alexander Just : Action de la potasse alcoolique sur un mélange d'aldéhyde formique et d'aldéhyde isobutyrique. — M. Adof Franke : Glycol dérivé de l'isobutyraldéhyde. — M. Gustav Jaeger : Relation entre la formule de la pression des gaz et le volume moléculaire. — M. J. Pernter : La répartition générale de la pression au sommet du Föhn. — M. Tschermak lit, au nom de la Commission pour les recherches photographiques, un long rapport de M. Becke sur l'ensemble des travaux pendant l'année 1895.

1° Sciences mathématiques. — M. Ottto Biermann : Méthode pour l'étude d'une fonction non analytique d'une variable complexe.

2° Sciences physiques. — M. Oscar Singer : Etude de l'induction. — M. Frantz Streintz : Action électrochimique des rayons Röntgen sur le bromure d'argent. L'auteur signale une action particulière de ces rayons qui peut être utilisée de même que la photographie pour leur étude. — M. Puluj envoie des photographies effectuées par les rayons Röntgen, et en particulier celle d'un enfant mort depuis deux mois. — M. Wegscheider : Le bisulfite de rosaniline et l'acide diazobenzol-p-sulfonique ne donnent, avec l'acide opianique et ses éthers ordinaires ou φ, aucune réaction, quoique des formules différentes appartiennent à ces deux classes d'éther; au contraire, les réactions avec la résorcine les différencient nettement.

3° Sciences naturelles. — M. Eduard Richter : Observations géomorphologiques effectuées en Norwège.

1° Sciences physiques. — M. Weinek envoie les agrandissements de certaines photographies de la Lune faites à l'observatoire de Lick et à celui de Paris. Celle du Mare crésium est d'une beauté remarquable; elle apporte des vérifications importantes aux faits signalés par Gaudibert de Vaison (Vaucluse). — M. Puluj envoie des photographies faites avec les rayons X. — M. Emanuel Pechmann : Nouvelles propriétés physiques de l'air atmosphérique; leur importance pour la mécanique de la chaleur et pour l'énergétique. — Observations barométriques, hygrométriques, magnétiques, faites à l'Observatoire de Vienne pendant le mois de décembre 1895. — M. v. Ebner : Etudes sur la double réfraction. — M. Ad. Lieben : Action de la potasse alcoolique sur l'aldéhyde isovalérique. Il ne se produit pas un glycol, comme avec l'isobutyraldéhyde; on obtient deux produits bouillant dans le vide à 84° et 140-146°. Le premier est un aldéhyde non saturé $C^{10}H^{18}O$

$$(CH^3)^2CH.CH^2.CH{=}C{-}CH(CH^3)^2$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CHO$$

que l'oxydation transforme d'une part en acides isobutyrique et isovalérianique, d'autre part en un acide non saturé $C^{10}H^{18}O^2$. — M. Reich : Recherches synthétiques dans la série des topazes. Le fluorure de silicium agissant sur un mélange de silicate d'alumine Al^2SiO^5 et d'alumine Al^2O^3 fournit des silicates contenant du fluor qui ont même composition et mêmes formes cristallographiques que les topazes anhydres existant dans la nature.

2° Sciences naturelles. — M. Franz Werner : Etudes sur les lézards. — M. Kerner v. Marilaun : Sur l'existence du *Lecanora esculenta* en Grèce.

1° Sciences mathématiques. — M. Weiss a calculé les éléments de la comète Perrine, découverte le 14 février à l'observatoire Lick.

2° Sciences physiques. — M. v. Hepperger : Influence de l'absorption sur l'extinction de la lumière de l'atmosphère. Les observations photométriques de MM. Seidel (Munich) et Müller (Potsdam) se traduisent bien par la formule suivante, donnant la variation de l'intensité à travers l'atmosphère :

$$\log \frac{J_0}{J} = X\delta + Y\left(1 - Z^{-\delta}\right).$$

3° Sciences naturelles. — M. Molisch : La destruction des plantes par le refroidissement à des températures supérieures à celle de la glace fondante.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

669.1

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DE LA FONTE EN FRANCE

PREMIÈRE PARTIE : CONSTITUTION ET PROPRIÉTÉS DE LA FONTE

On désigne, aujourd'hui, en métallurgie, sous le nom de *fonte*, le fer de fonte, c'est-à-dire le *produit fondu brut de la réduction des minerais de fer*[1].

La fonte, dans sa constitution élémentaire, est un composé de fer et de carbone qui n'a plus ni la malléabilité, ni la ductilité qui caractérisent le fer pur, mais dont la température de fusion est notablement inférieure à celle du fer.

On l'obtient, sous l'action d'une source énergique de chaleur, par la fusion d'un mélange de fer, ou d'un oxyde de fer, avec un excès de carbone.

Si, dans un creuset garni intérieurement, brasqué avec du carbone pur, on soumet à une chaleur intense un mélange de fer pur, ou d'un oxyde de fer pur, avec du carbone pur, on obtient *un produit fondu susceptible de prendre toutes les formes par le moulage, mais non pas sous le marteau :* c'est la *fonte*. — Un tel produit est loin de représenter un composé fixe, toujours semblable à lui-même : en réalité, il y a plusieurs sortes de *fontes*, jouissant chacune de qualités propres et différant les unes des autres par la composition chimique et la structure physique. C'est cette constitution qui détermine les propriétés. Nous l'étudierons tout d'abord, réservant un deuxième article aux questions de fabrication.

I. — Composition chimique de la fonte.

Boussingault, en opérant la fusion dans un four à gaz à fondre l'acier, n'avait pas pu incorporer plus de 4,40 °/₀ environ de carbone dans le fer, et il en avait conclu, comme Dick et Hœchstatter avant lui, que son maximum de carburation était compris entre 4,10 et 4,60, correspondant à un composé défini de la formule Fe^5C, au lieu de Fe^4C que Karsten avait cru pouvoir établir[1].

Mais M. H. Moissan, en se servant de l'arc voltaïque comme source de chaleur, a obtenu un fer notablement plus carburé. Le carbone semble donc se dissoudre dans le fer *en proportion variable avec la température*. Sous l'influence de températures de plus en plus élevées, cette proportion peut atteindre 6 à 8 °/₀, peut-être plus encore. En résumé, la fonte liquide n'est pas une *combinaison définie*, mais une *solution* de fer et carbone.

Cependant la fonte, *produit industriel*, obtenue en grande masse dans de vastes fours à cuve ou *hauts fourneaux*, par la réduction et la fusion, au contact d'un combustible impur, d'un mélange de plusieurs sortes de minerais de fer, est loin d'avoir une composition chimique aussi simple. Celle-ci est même quelquefois très complexe et peut com-

[1] On dit, dans le langage courant, une statue, une colonne, un tuyau, une marmite en fonte, c'est-à-dire en fer de fonte. Suivant Littré, le nom de fonte a été donné jadis à certain alliage dont le cuivre faisait la base. Colbert écrivait : « Que tous les *canons de fonte* soient ensemble bien rangés, les *canons de fer* de même. »

[2] Boussingault : *Recherches sur le maximum de carburation du fer* (Gauthier-Villars, 1875), p. 89 et suiv.

prendre, en outre du carbone, des parties de tous les éléments — souvent très nombreux — qui accompagnent soit l'oxyde de fer dans le minerai et en forment la *gangue*, soit le carbone dans le combustible. L'analyse suivante en offre un exemple type :

Carbone	2,257
Silicium	3,265
Phosphore	0,459
Soufre	0,036
Manganèse	0,388
Aluminium	0,028
Chrome	0,027
Vanadium	0,012
Cuivre	0,009
Nickel et cobalt	0,035
Arsenic	0,015
Antimoine	0,011
Calcium	0,072
Magnésium	0,100
Titane	0,025

Cependant, en dehors de ces corps, qu'elle s'incorpore souvent en quantité infinitésimale — corps alcalins et terreux, surtout, — et que, dans la pratique, l'analyse néglige de rechercher, la fonte, telle qu'on l'obtient des minerais considérés comme purs, renferme seulement, comme éléments essentiels : *le fer*, *le carbone* et *le silicium*, toujours accompagnés de quantités variables de *manganèse*, de *phosphore* et de *soufre*.

II. — Différents états du carbone dans la fonte.

L'aspect de la cassure à froid permet de distinguer nettement deux catégories de fonte : la *fonte blanche* et la *fonte grise*.

Dans l'une, le carbone apparaît sous forme de lamelles de graphite, lesquelles donnent à la cassure sa couleur grise plus ou moins foncée; dans l'autre, — la fonte blanche, — le carbone est invisible à l'œil nu.

La fonte blanche résiste à l'outil, est fragile au choc et se laisse pulvériser.

La fonte grise se laisse, au contraire, entamer à l'outil et résiste aux efforts de choc.

Plus dense que la fonte grise, la fonte blanche entre en fusion à une température inférieure.

Ainsi, une fonte grise, à larges lamelles de graphite, a souvent une densité ne dépassant pas 7, tandis que celle d'une fonte blanche atteint quelquefois 7,60.

Quant au point de fusion, M. Osmond a trouvé 1085° C. pour celui d'une fonte blanche à 4,10 % de carbone, exempte à peu près de corps étrangers, et M. H. Le Châtelier 1220° C. pour celui d'une fonte grise pure.

Cependant, avec des aspects de cassure différents, et des propriétés physiques et mécaniques bien distinctes, ces deux sortes de produits peuvent avoir une composition *chimique* à peu près identique. Ainsi :

« Un fer fortement carburé, en fusion, prendra « les caractères de la fonte blanche ou de « la fonte grise, suivant qu'on l'aura solidifié « rapidement ou lentement, et, cela, sans qu'il y « ait eu d'autre changement dans la constitution « initiale qu'une modification survenue dans l'état « physique du carbone.

« Un fer carburé, obtenu par la fusion d'un « mélange de fer pur et de carbone en excès, à « une température voisine de 1.500° C., et coulé en « plaque de 15 millimètres d'épaisseur, sur un « moule en métal, a donné :

« 1° Dans la zone rapidement solidifiée au contact « du moule, une fonte blanche contenant, p. 100 :

Fer = 95,99; carbone = 4,01;

« 2° Dans la zone supérieure, ayant les deux tiers « de l'épaisseur de la plaque, une fonte grise, con- « tenant, pour cent :

Fer = 95,22; carbone = 4,78 [1] »

Ainsi la fonte, *composé homogène de fer et de carbone à l'état liquide*, peut donner naissance, suivant les conditions où se fait sa solidification, à deux produits bien distincts par l'aspect et par les propriétés physiques et mécaniques [2]. Et, ce qui différencie surtout ces deux produits, ce n'est pas la teneur en carbone, mais bien l'état dans lequel se trouve ce métalloïde dans chacun d'eux.

Dans l'un, la fonte blanche (fig. 1, 2, 4 et 6), il semblerait, de prime abord, que l'homogénéité de composition a été conservée sous forme d'un alliage défini, une combinaison intime qui dissimule le carbone; mais l'analyse *micrographique*, comme l'analyse chimique, prouve que le carbone s'y trouve sous deux états et souvent trois.

Dans la fonte grise (fig. 3 et 5), où l'œil ne découvre le carbone que sous la forme de graphite, on constate qu'il s'y trouve sous trois, et quelquefois quatre états [3].

Cependant, les analyses des fers carburés ne mentionnent le carbone, sauf de rares exceptions, comme l'a remarqué le Pr A. Ledebur [4], que sous

[1] Boussingault, Cf.

[2] La fonte, produit industriel, renfermant, en outre du carbone, une infinité d'autres corps, comme le montre l'analyse donnée plus haut, est tout aussi homogène à l'état liquide et comparable, comme l'a remarqué le Pr Martens, à une dissolution de plusieurs sels dans l'eau.

[3] Les figures 1 à 6 ont été faites d'après des microphotographies de M. Osmond, obligeamment prêtées à la *Revue* par ce savant. (*Note de la Direction.*)

[4] *Sur la dénomination des différentes formes du carbone dans les fers carburés*, par A. Ledebur : Stahl und Eisen (nov. 1888). Traduction et annotations, par M. Osmond, pour la Société d'Encouragement.

deux formes : le *carbone combiné* ou amorphe, et le *graphite*. C'est donc sous la rubrique constante de *carbone combiné* que ce corps figure dans les analyses des fontes blanches.

Fig. 1. — *Microphotogramme d'une fonte blanche de Suède à 4,10 °/₀ de carbone, polie sur parchemin avec l'extrait de racine de réglisse, éclairage oblique, grossissement égal à 20 diamètres.* — Les lignes noires sont les lamelles principales de cémentite. (Voir, pour les détails, la figure 2.)

Et, pourtant, il a été constaté, depuis longtemps [1], que l'attaque à froid d'une fonte blanche franchement cristalline par l'acide azotique laisse, de

Fig. 3. — *Même fonte que les figures 1 et 2, passant à la fonte grise après un recuit prolongé au rouge ; polie sur parchemin avec l'extrait de racine de réglisse. Éclairage perpendiculaire. Grossissement 100 diamètres.* — Les parties claires sont des résidus de fonte blanche; les lamelles noires contournées, ainsi que les taches, sont du graphite; les parties en demi-teinte, de la perlite plus ou moins riche en sorbite.

même qu'un acier trempé, échapper à l'état gazeux une partie de son carbone, et abandonne un résidu brun et floconneux qui se dissout à chaud en colorant la liqueur. Le carbone prétendu combiné existe donc sous deux formes distinctes dans la fonte blanche :

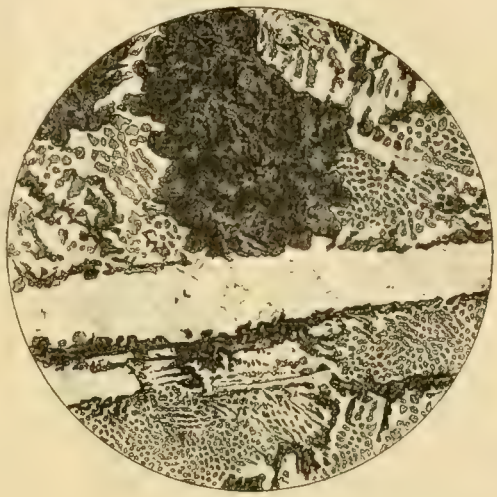


Fig. 2. — *Même préparation que la figure 1. Éclairage perpendiculaire. Grossissement égal à 250 diamètres.* — Les parties claires sont de la cémentite; les points et les lignes sombres, de la sorbite; la grande tache irrégulièrement teintée est une mouche de fonte grise accidentelle.

1° La forme de *carbone dissous*, ou *carbone de trempe*, uniformément répandu dans une partie de la masse métallique, comme dans l'acier trempé,

Fig. 4. — *Microphotographie d'une fonte blanche moins carburée que celle des figures 1, 2 et 3, obtenue par cémentation d'acier pur. Attaqué par la teinture d'iode. Grossissement 100 diamètres.* — Les parties sombres sont de la perlite riche en sorbite organisée en cristallistes du système cubique. Le fond clair est formé principalement de cémentite recoupée de fines cristallites de sorbite visibles seulement sous un grossissement beaucoup plus fort.

et qui se gazéifie par l'attaque à froid de l'acide azotique, du moins en partie ;

2° La forme d'un *composé défini*, isolé par F.-C.-G. Müller, Sir Fr. Abel et d'autres, et auquel a été assignée la formule *probable* Fe^3C. C'est au carbone

[1] Méthode colorimétrique de dosage du carbone, due au savant chimiste suédois Eggertz et pratiquée depuis plus de trente ans.

de ce composé, — qu'on n'a pas réussi encore à obtenir pur et intact, — que Ledebur a donné le nom de *carbone du carbure normal* [1].

Maintenant, certaines fontes blanches, à texture grenue, et à peu près exemptes de corps étrangers, laissent un résidu noir et terne, d'aspect graphiteux, à l'attaque *à chaud*, par l'acide azotique, qui a volatilisé le carbone de trempe, et dissous le carbone du carbure normal [2]. Ce résidu, plus abondant quand la fonte attaquée a été soumise, au préalable, à un recuit prolongé, est du carbone pur, auquel Ledebur, à cause de son aspect, de sa forme et des circonstances mêmes qui en font varier la proportion dans une même fonte, a donné le nom de *carbone graphitique de recuit*. Il est insoluble, comme le graphite, dans les alcalis ou les acides concentrés bouillants; mais il peut se séparer du fer, aux températures élevées, par une action oxydante, ou être volatilisé à l'état de carbure d'hydrogène dans un courant d'hydrogène sec [3], et c'est ce qui le différencie, comme la couleur et la forme, du reste, du carbone *graphite*.

Le quatrième état du carbone, le *carbone graphite*, apparaît à l'œil nu sous la forme de lamelles plus ou moins larges, à éclat métalloïde, dans les fontes grises, ou fers carburés au maximum et lentement solidifiés.

Certaine fonte grise peut renfermer le carbone aux quatre états différents qui viennent d'être décrits, bien que l'analyse ne sépare pas le graphite du carbone graphitique de recuit.

C'est dans les fontes à cassure gris-clair uniforme que se rencontre la plus forte proportion de carbone graphitique de recuit. Elles sont plus résistantes aux efforts de rupture, par traction et par compression, que les fontes graphiteuses. Mais si, au point de vue des qualités mécaniques qu'il communique aux fontes, le carbone graphitique de recuit se sépare nettement du graphite, il n'en est en réalité, au point de vue chimique, *qu'une variété morphologique* qui se forme à une plus basse température [4].

[1] C'est le poly-carbure de Karsten, le *carbone de cémentation* de Caron, le *carbone de recuit* d'Osmond et Werth. Bien avant Faraday, qui l'a signalé en 1822, Berthollet avait soupçonné l'existence, dans la fonte grise au bois, d'un carbure de fer qu'il n'avait pu cependant séparer du graphite. (*Précis d'une théorie sur la nature de l'acier*, 1789, page 16). Mais c'est aux récents travaux d'Osmond et Werth (France), de Sir Fr. Abel (Angleterre), de F.-C.-G. Müller, de Wedding, de Ledebur (Allemagne), que revient le mérite d'avoir établi l'existence des différents états du carbone dans les fers carburés.

[2] L'acide chlorhydrique les volatilise l'un et l'autre à l'état de carbures d'hydrogène.

[3] Forquignon : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, V. XCIX.

[4] Aux températures élevées que fournit l'arc voltaïque, M. H. Moissan produit toutes les variétés de graphite jusqu'au diamant noir.

Un exemple, emprunté aux *Etudes* de Ledebur, démontre que l'on peut faire varier du simple au double la proportion du carbone graphitique de recuit, aux dépens surtout du carbone normal, par un simple recuit prolongé.

Un fragment de fonte blanche, refroidie en coquille, donnait à l'analyse :

Carbone de trempe	0,85
Carbone de carbure	1,23
Carbone graphitique	1,26
Total	3,34

Après un recuit à 900° C., d'une durée de 108 heures, dans de la poudre de charbon de bois, elle montrait une cassure grise, à grain homogène, et renfermait :

Carbone de trempe	0,27
Carbone de carbure	0,00
Carbone graphitique	3,04
Total	3,31

En résumé, ce n'est pas seulement de la proportion de carbone que contient la fonte que résultent ses propriétés physiques et mécaniques, mais aussi de la forme sous laquelle cet élément s'y trouve. Ainsi la densité d'une fonte grise est toujours inférieure à celle d'une fonte blanche ayant la même dose de carbone, tandis que *son point de fusion* lui est supérieur de plus de 100° C.

En effet, le point de fusion du fer pur, que des expériences récentes de M. Osmond ont fixé un peu au-dessus de 1.500° C., est bien abaissé dans les fers carburés en proportion du carbone total qu'ils renferment; mais *le plus fusible de deux fers carburés d'égale teneur en carbone, c'est celui où le carbone combiné domine* [1].

Le graphite est, par le fait, du carbone rendu libre au moment de la solidification de la fonte. Pour s'y redissoudre, il absorbe la même quantité de chaleur qu'il avait abandonnée en s'en séparant [2].

Mais, dans les produits industriels, les différentes formes que peut prendre le carbone restent non seulement subordonnées à la température de

[1] On attribue à la fonte grise et à la fonte blanche, des capacités calorifiques respectives de 0,210 et 0,178. Ces chiffres ne peuvent avoir rien d'absolu, pas plus que les quantités de calories absorbées par la fusion de l'une et l'autre fonte.

[2] L'expérience de Ledebur précédemment citée, relative aux effets du recuit sur une fonte blanche, prouve qu'il peut y avoir, *après solidification*, une seconde séparation de carbone graphitique. C'est là un phénomène qu'Osmond a précisé en étudiant *la loi de refroidissement* d'une fonte grise qui a laissé encore se former 0,60 de graphite entre 1.000 et 750° C. Une constatation non moins importante, c'est que cette formation de *carbone graphitique* se fait aux dépens du *carbure normal*, qui disparaît presque en totalité si le refroidissement est suffisamment lent, tandis que le *carbone de trempe* persiste dans tous les cas quoique, restant, toutefois, moins abondant.

la formation et au temps plus ou moins long du passage de l'état liquide à l'état solide, mais dépendent encore de la nature des différents corps étrangers introduits par les minerais ainsi que de la dose à laquelle ils y entrent.

III. — Influence des corps étrangers sur les différents états du carbone dans la fonte.

Le *silicium*, le *phosphore*, le *soufre* et le *manganèse* sont les principaux éléments étrangers qui, en plus ou moins grande proportion, entrent dans la composition chimique de tout fer carburé

Fig. 5. — *Microphotographie d'une fonte grise Bessemer, polissage plan, éclairage perpendiculaire; grossissement 100 diamètres.* — Les lames noires contournées et les taches sont du graphite. La pâte est entièrement formée de perlite que le mode de polissage et le grossissement insuffisants ne permettent pas de montrer.

fabriqué au haut fourneau, quelle que soit la pureté du minerai et du combustible qui ont servi à l'obtenir.

§ 1. — Silicium.

Le *silicium*, que ses propriétés chimiques rapprochent du carbone, est loin de modifier au même degré que lui les propriétés physiques et mécaniques du fer.

Une fonte industrielle renferme toujours du silicium; et, quand sa cassure est nettement grise, elle n'en contient jamais moins de 1,00 %[1], et souvent 3 à 4 %.

Le silicium manifeste sa présence par la faculté qu'il a d'exalter la formation du graphite aux dépens du carbone combiné et, surtout, du carbone de trempe, qu'il annule souvent jusqu'aux dernières traces.

C'est que le silicium, qui paraît se dissoudre dans le fer en proportion presque indéfinie[1], ne s'en sépare point, par le refroidissement lent ou brusque, sous une forme analogue à celle du graphite. Il se comporte vis-à-vis du fer comme un élément plus puissant, et cela explique que sa présence puisse, *pour une température donnée*, abaisser la capacité de saturation du fer pour le carbone, et contraindre celui-ci à se séparer sous forme de graphite au moment de la solidification[2].

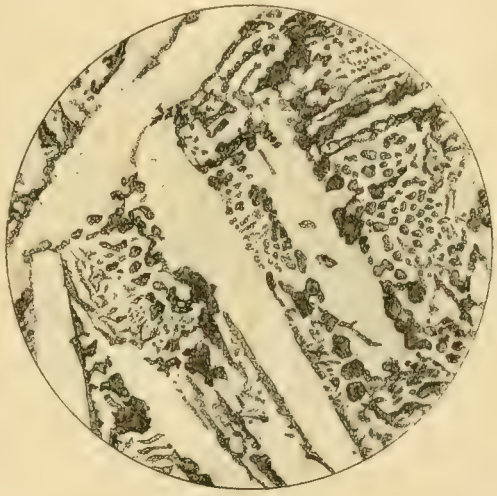


Fig. 6. — *Microphotographie de Spiegel (à Mn = 6,80; C = 4,86). Attaqué par la teinture d'iode; grossissement 250 diamètres. Eclairage perpendiculaire.* — Les parties claires sont de la cémentite et les parties sombres de la sorbite. La structure est la même que celle des fontes blanches au maximum de carburation; le manganèse remplace simplement ici une partie du fer.

Voici l'analyse d'une fonte grise d'Écosse, moyennement riche en silicium (Ledebur) :

Carbone de trempe	0,00
Carbone de carbure	0,44
Graphite ou carbone graphitique	3,33
Silicium	2,77
Manganèse	1,30
Phosphore	0,80

Quand la proportion du silicium s'élève à 4 % ou même 3 1/2, la solidification rapide que détermine la coulée en coquille ne blanchit pas la fonte et ne retient, par conséquent, pas de carbone de trempe.

Ainsi, la fonte ayant la composition suivante :

Silicium	3,54
Carbone total	3,42
Manganèse	0,12
Phosphore	0,28

[1] Ex. d'une fonte grise avec un *minimum de silicium* :

Silicium	0,82
Graphite	2,78
Carbone combiné	1,05
Manganèse	1,17
Phosphore	0,09
Soufre	0,04

(Ledebur)

[1] M. Osmond a signalé en 1891 (*Comptes rendus*) un résidu d'attaque à 20 % de silicium : ce qui correspond au siliciure Fe^2Si, obtenu récemment par M. H. Moissan.

[2] Le silicium se combine au fer avec dégagement de chaleur, mais, seulement, à partir d'une certaine teneur environ 4 %. (Osmond, *Comptes rendus*, Octobre 1891.)

moulée en ronds de 115mm de diamètre dans un moule en fonte, épais de 57mm, — offrait une cassure entièrement grise, à grain serré sans le moindre liséré blanc.

Le silicium paraît altérer les qualités mécaniques de la fonte, diminuer sa résistance aux efforts dynamiques de même qu'aux efforts statiques de flexion et d'écrasement.

Ainsi, la fonte dont voici l'analyse :

Silicium	1,12
Carbone total	3,80
Manganèse	0,12
Phosphore	0,12

et qui ne diffère essentiellement de la précédente que par une teneur moindre en silicium (1,12 au lieu de 3,54), a mieux résisté à l'effort de choc et à celui d'écrasement dans le raport de $\frac{5}{3}$; à l'effort de flexion, son excès de résistance a été dans le rapport de 7 à 5.

Cependant, la fragilité ne croît pas à mesure qu'augmente la proportion du silicium; et les fontes spéciales désignées sous le nom de ferro-silicium, que l'on produit au haut fourneau avec 12 et même 16 °/₀ de silicium, et seulement 1,50 à 2 °/₀ de carbone total, *à l'état de graphite*, possèdent, avec une notable dureté minéralogique, une résistance au choc assez élevée.

Il est donc plausible d'admettre que, dans une fonte rendue très graphiteuse par la présence du silicium à une certaine dose, et où le *carbone de trempe* est absent, c'est surtout à sa structure faite de grosses facettes sans grande cohésion qu'il faut attribuer l'altération de ses propriétés mécaniques, plutôt qu'à la présence de 3 à 4 °/₀ de silicium.

§ 2. — Phosphore.

Le *phosphore* est, d'une façon absolue, toujours présent dans les fers carburés obtenus en haut fourneau. Les fontes qui ont eu jadis la réputation d'en être exemptes, alors que les moyens de le doser laissaient beaucoup à désirer, en contiennent de 2 à 3 dix-millièmes [1].

C'est qu'il existe peu de minerais de fer, et, encore moins, peut-être, de combustibles végétaux ou minéraux qui soient complètement dépourvus de phosphore; et, lorsque, dans un milieu réducteur, le fer du minerai est totalement réduit et entre en fusion à l'état de fer carburé, celui-ci *s'incorpore jusqu'aux dernières traces* [2] du phosphore apporté par la gangue et la cendre du combustible.

L'introduction du phosphore à plus ou moins forte dose, dans la fonte, n'est pas, — comme pour le silicium, — en relation directe avec la température; on peut obtenir des fontes à haute teneur en phosphore dans des conditions où la chaleur est insuffisante pour qu'elles s'incorporent du silicium au delà de quelques millièmes [1].

Le phosphore ne diminue pas — comme le silicium — la capacité de dissolution du fer pour le carbone; mais la *facilité relative de formation* des fers carburés phosphoreux permet d'obtenir des fontes blanches, d'une grande fluidité, avec des doses relativement faibles de carbone. Les analyses de deux fontes blanches provenant la première d'Allemagne, la seconde d'Amérique, données ici, en fournissent deux exemples typiques :

	N° 1 Fonte d'Ilsède	N° 2 Fonte de Posthstown
Carbone	1,64	2,350
Silicium	0,03	0,095
Manganèse	1,68	0,131
Titane	» »	0,023
Soufre	0,14	0,055
Phosphore	3,12	3,620

Au contraire, l'analyse suivante prouverait qu'une dose élevée de phosphore n'exclut pas une forte teneur en carbone :

Carbone total	3,452 (dont 1,045 à l'état combiné)
Silicium	0,605
Titane	0,217
Manganèse	0,220
Soufre	0,024
Phosphore	2,900

Cette fonte est grise, malgré la faible proportion de silicium qu'elle contient [2].

En conséquence, le phosphore ne semble ni tendre à diminuer, *pour une température donnée*, la capacité de dissolution du fer pour le carbone, ni empêcher la séparation du graphite, du moins dans les conditions normales où se produisent les fers carburés de l'industrie [3].

[1] Les fontes de Suède les plus pures renferment 0,01 à 0,05 °/₀ de phosphore. (*Analyses des minerais de fer de Suède*, 1878, par Rich. Akerman, page 23) : Rapport remarquable fourni à l'occasion de l'Exposition sur « l'état actuel de l'industrie du fer en Suède. »

[2] Dephosphorisation of Iron and Steel, par A. Pourcel. *Journal of the Iron and Steel Institute*, v. II, 1879.

[1] Le phosphore peut s'unir au fer en toutes proportions, et les composés définis qui se forment prennent naissance avec dégagement notable de chaleur : Troost et Hautefeuille, *Etudes de Thermochimie*, déjà citées.

[2] Le titane joue le même rôle que le silicium, mais TiO^2 est moins réductible que SiO^2. (Fonte des Etats-Unis.)

[3] Il peut en être autrement pour des produits spéciaux. Ainsi, Ledebur cite un alliage ferreux avec 10,00 de phosphore et 5,17 de manganèse ne renfermant que 1,11 de carbone. Ce savant attribue cette faible teneur du carbone à l'excès de phosphore.

Ayant collaboré, en 1879, à une fabrication de phosphore au haut fourneau, où, comme sous-produit, se formait un alliage ferreux à 22 °/₀ de phosphore environ, qui se présentait sous la forme d'une agglomération de petits prismes friables, l'auteur de cet article n'a jamais dosé plus de 1,5 à 2 °/₀ de carbone dans cette fonte extraphosphoreuse. Cepen-

La qualité physique bien nette qu'apporte le phosphore aux fers carburés, — fonte grise ou blanche, — c'est la fluidité qui en facilite le moulage; mais, comme pour balancer cette qualité, sa présence entraîne une fragilité qui croît à mesure que sa teneur augmente.

Cependant, ce n'est pas ici le cas, comme pour le silicium, d'attribuer l'altération des propriétés mécaniques apportées par le phosphore à son influence sur l'état du carbone, mais plutôt, sans doute, à son *état d'être* dans la fonte.

MM. Osmond et Werth ont réussi — par la méthode électrolytique de Weyl — à isoler le phosphore, dans une fonte blanche, réuni en totalité au *carbure normal* et à l'état supposé d'un phospho-carbure de fer [1].

Dans le cas particulier d'une fonte blanche, il paraît donc se concentrer en totalité dans la *cémentite*, l'un des constituants microscopiques des aciers et des fontes [2].

Mais, dans la fonte grise, — toujours moins riche en carbone de carbure normal que la fonte blanche qui en renferme souvent les quatre cinquièmes de son carbone total, — le phosphore ne s'unit qu'en partie au carbure normal, la majorité se diffusant alors *très inégalement* [3] dans la masse métallique sous forme d'un composé défini : $PhFe^6$ ou autre, que l'analyse n'a pu encore isoler.

§ 3. — Soufre.

Le soufre a une influence toute contraire de celle du silicium sur l'état du carbone dans le fer carburé : il s'oppose à sa séparation à l'état de graphite pendant la solidification. La présence du soufre tend donc à maintenir le carbone en proportion plus ou moins grande aux deux états de carbone de trempe et de carbone de carbure.

Des expériences déjà anciennes et dues, les premières à Karsten, les secondes à Smith et Weston [4], ont mis en évidence cette propriété du soufre. Ainsi, en incorporant 2 °/₀ de soufre à une fonte graphiteuse, à 3,80 de carbone, on l'a transformée en une fonte blanche ne renfermant plus que 3,17 de carbone total [5].

Mais, ce qui semble moins bien prouvé, c'est la propriété attribuée au soufre d'abaisser le point de saturation du fer en fusion pour le carbone : ce qui se traduit, dans la pratique, en disant que le soufre favorise la production de la fonte blanche peu carburée.

Or, du moment qu'il est dûment constaté que le soufre *abaisse le point de fusion du fer*, la cause de cette propriété de favoriser la production de la fonte blanche peu carburée ne serait-elle pas plutôt dans cette circonstance : *qu'un fer carburé, plus sulfureux, est susceptible de se former à plus basse température que celui qui l'est moins?* Par conséquent, à une température inférieure de formation doit nécessairement correspondre un point de saturation également inférieur pour le carbone. C'est — on l'a dit précédemment — ce qui se passe avec le phosphore; mais, tandis que celui-ci donne de la fluidité aux fontes peu carburées, le soufre, au contraire, leur communique une certaine viscosité : sans doute, parce que les composés du soufre avec le fer sont *endothermiques*, au lieu d'être exothermiques, comme le sont les composés du phosphore [1].

Enfin, l'expérience suivante, due à Karsten, prouverait plutôt que le soufre à certaine dose élève le point de saturation du fer pour le carbone, dans une notable proportion : « Une fonte grise à « 3,935 de carbone total, dont 3,31 à l'état de gra- « phite, ayant été maintenue fondue au contact « d'un excès de soufre, donna, en se refroidissant, « une masse solide formée de deux parties nette- « ment séparées. Au-dessus, une matte ferrugi- « neuse, et, au-dessous, une fonte blanche ayant « gardé 0,446 °/₀ de soufre, et concentré 3,45 °/₀ « de carbone [2]. »

Au point de vue de son influence sur les propriétés mécaniques de la fonte, le soufre, dans certain cas et *dans une certaine limite*, est susceptible de les améliorer, en déterminant, dans une fonte grise, la formation d'un grain plus serré, plus homogène ou régulier, à cause de sa propriété d'abaisser la proportion de graphite. On cite la fonte de Finspong, en Suède, qui, avec 0,15 à 0,20 de soufre, des traces de phosphore et moins de 1,00 de silicium, présente une résistance aux efforts de rupture qui l'ont fait employer à la fabrication des canons.

---

dant, son opinion est qu'il n'est absolument pas prouvé que de semblables alliages ne soient pas susceptibles d'absorber une plus forte dose de carbone.

[1] *Théorie cellulaire des propriétés de l'acier*, par Osmond et Werth. (Dunod, 1885.)

[2] *Méthode générale pour l'analyse micrographique des aciers au carbone.* (Osmond.)

Société d'Encouragement, mai 1895.

[3] Le phosphore manifeste des phénomènes de ségrégation plus accentués que les autres corps qui se rencontrent dans la fonte.

[4] Percy : *Métallurgie*, 2e v., traduction française.

[5] Du carbone a été volatilisé à l'état de sulfure de carbone. Du reste, le carbone en excès chasse en partie le soufre de la fonte. Smith a abaissé de 0,78 à 0,35 la teneur en soufre d'une fonte blanche en la maintenant en fusion au contact du charbon de bois.

[1] Troost et Hautefeuille ont constaté que les fers sulfurés sont constitués avec absorption de chaleur : *Comptes Rendus*, LXXXI, 1263, C. f.

[2] En admettant même des erreurs de dosage, possibles à cette époque, les résultats de cette expérience ne conservent pas moins un intérêt typique.

Consulter la *Métallurgie de l'acier*, de Howe, page 58 Traduction française par O. Hock (Baudry et Cie)

Le soufre est réparti, du reste, très inégalement dans les grandes masses de métal.

§ 4. — Manganèse.

Le *manganèse* a la propriété franchement accusée de maintenir le carbone, dans les fers carburés, en partie, ou en totalité, quand sa teneur est élevée, à l'état de carbone combiné : carbone de trempe et carbone de carbure. On admet — *ce qui est exact* — qu'il élève le point de saturation du fer pour le carbone ; mais c'est là une particularité qui a encore une explication très naturelle, comme pour le phosphore et le soufre. Le manganèse et le fer se combinent en toute proportion avec peu de carbone ou même en l'absence totale de carbone, comme le fer et le phosphore, le fer et le soufre. Mais, tandis que ces métalloïdes abaissent le point de fusion du fer pur, les alliages de fer et manganèse ont une température de fusion peu différente de celui-ci. Donc, fondus avec un excès de carbone, ils en dissolvent une quantité plus grande, en *relation avec la température du milieu.*

D'autre part, comme le manganèse est difficilement réduit de ses oxydes, les fers carburés manganésés ne peuvent se former, dans un milieu réducteur, qu'avec un excès de combustible fournissant une température très élevée, c'est-à-dire avec un concours de circonstances qui toutes tendent à élever le point de saturation du fer pour le carbone.

Néanmoins, comme le manganèse, tout comme le fer, se combine avec le carbone, mais avec cet avantage que ses combinaisons sont nettement *exothermiques, formées avec un grand dégagement de chaleur*[1], on s'explique bien la faculté que possède une fonte manganésée de dissoudre en se formant une quantité de carbone croissant avec sa teneur en manganèse. Elle peut dépasser 7 °/₀, et être maintenue entièrement à l'*état combiné* en se solidifiant[2].

Dans ces produits spéciaux, riches en manganèse[3], que caractérise une grande dureté minéralogique jointe à une excessive fragilité, la proportion du *carbone de trempe*, quoique élevée, reste toujours inférieure à celle du carbone du carbure normal ; de plus, dans le *carbure normal*, le manganèse se substitue au fer dans le rapport des teneurs en fer et manganèse dans la masse métallique[4].

[1] Troost et Hautefeuille. *Op. cit.*

[2] On a dosé au maximum 7 à 7,50 de carbone combiné dans le ferro-manganèse à 87 °/₀ de manganèse.

[3] Consulter la Métallurgie du manganèse : Journal *Le Génie civil.* Tome VII, pages 3-21-50, par A. Pourcel.

Voir également : *Encyclopédie chimique*, le Manganèse, par H. Moissan, où se trouve reproduite presque *in extenso* l'étude de M. A. Pourcel. (3e vol. 10e cahier. 1886.)

[4] Ledebur : *Stahl und Eisen*, avril 1891.

Dans la généralité des fers carburés produits industriellement, le manganèse, à moins d'être introduit à dessein, n'est souvent qu'à des doses ou faibles ou même négligeables : 0,15 à 0,80. Les minerais de fer qui, sans mélange, en introduisent 2 à 4 °/₀, sont rares[1].

C'est à partir de 1,50 %, et au delà, que, dans une fonte grise, son influence sur les propriétés mécaniques commence à se faire sentir et à s'accentuer en contrebalançant l'action du silicium. Au contraire, à la dose de 1,00 à 1,50 °/₀, il semble plutôt augmenter la résistance aux efforts de rupture, en fixant une partie suffisante, quoique faible, du carbone total à l'état de carbone combiné. (Carbone de trempe?)

Le manganèse est celui des corps étrangers qui donne lieu au phénomène de ségrégation le moins accentué.

Bien qu'à certaine dose il élève le point de fusion des fers carburés, il est à noter que les fontes riches en manganèse fondent à une température inférieure à celle qui a été nécessaire à leur formation.

En résumé, après avoir établi que les propriétés physiques et mécaniques des fers carburés sont en relation directe avec l'état où s'y trouve le carbone, on peut apercevoir, à présent, l'influence que peuvent avoir sur ses propriétés le silicium, le phosphore, le soufre et le manganèse, — principaux éléments étrangers introduits pour ainsi dire naturellement dans les fontes, — par l'action qu'ils exercent, séparément ou ensemble, sur les différentes formes que peut prendre le carbone.

§ 5. — Autres corps étrangers.

Il resterait à examiner l'influence, sur les états du carbone dans les fontes, des nombreux corps étrangers qui peuvent encore naturellement s'y rencontrer ou qu'on y introduit : l'arsenic, l'antimoine, l'aluminium, le chrome, le tungstène, etc., ainsi que des gaz occlus ou combinés ; mais une telle étude, quoique d'un haut intérêt théorique, amènerait à franchir les limites du cadre imposé à cette rapide étude, et ne présenterait, du reste, qu'un intérêt pratique secondaire, vu le rôle, encore peu défini, que jouent la plupart des corps étrangers dans les fers carburés[2].

[1] Les plus connus sont ceux d'Allevard, de Puymorens et de Rancier ; de Styrie, d'Ilsede, celui-ci très phosphoreux, et de quelques mines de Suède, que l'on traite tous sur place.

[2] L'aluminium joue un rôle identique à celui du silicium : c'est ce qui a été nettement établi par de récentes études auxquelles M. Hatdfield, de Sheffield, a apporté la plus large contribution.

Quant à l'arsenic, les travaux du chimiste anglais Stead, sur son rôle dans l'acier, prouvent que son action est bien différente de celle du phosphore, auquel on avait voulu

IV. — Classement des Fontes.

Lorsqu'on classe les fontes simplement par la couleur de leur cassure, la fonte blanche figure comme le dernier terme d'une série continue, comprenant habituellement sept numéros, dont le premier est occupé par la fonte noire très graphiteuse [1]. C'est par nuance graduée que se révèle à l'œil le passage d'un numéro au suivant jusqu'à la fonte blanche. Le n° 5, qui marque la limite du gris, présente un grain serré, homogène, de nuance grise-cendrée; et le n° 6, transition du gris au blanc, comprend deux nuances désignées par les noms de *truité-blanc*, et *truité-gris*, suivant qu'il présente un fond blanc tacheté de gris, ou un fond gris tacheté de points blancs [2].

Au point de vue plus pratique de leur emploi industriel, les fontes peuvent être classées en deux catégories :

a) Celles que l'on met en œuvre directement, ou, du moins, sans leur faire subir un traitement qui les dénature : *Fontes de moulage;*

b) Celles que l'on dénature par divers procédés pour fournir un métal ductile et malléable, soudé ou fondu, c'est-à-dire du fer ou de l'acier : *Fontes d'affinage.*

Les fontes riches en silicium ou en manganèse restent en dehors de ces deux grandes divisions et forment avec le ferro-chrome, le ferro-tungstène, etc., une catégorie spéciale de produits considérés plutôt comme *réactifs chimiques des aciers.*

Et maintenant, tandis que, dans les fontes de moulage, l'influence des corps étrangers est presque exclusivement envisagée au point de vue des modifications aux propriétés mécaniques qu'apporte leur présence, c'est, au contraire, sous le rapport du rôle chimique qu'ils jouent dans les différentes opérations de dénaturation qu'elles sont destinées à subir, qu'il est intéressant d'étudier leur action dans les fontes d'affinage. Ainsi, le phosphore, — qui a un rôle prépondérant comme *élément calorifique*, dans la fonte d'affinage dite *Fonte Thomas*, qui est transformée en acier dans le convertisseur Bessemer à garnissage basique, — est absolument ou presque absolument prohibé, comme *un élément nuisible*, de la fonte d'affinage qui est convertie en acier dans la cornue Bessemer à garnissage acide. Et, dans la fonte de moulage, où sa présence apporte de la fluidité, on ne le tolère toutefois qu'à faible dose, parce qu'il en altère la résistance au choc. Ainsi, les fontes de moulage qui ne contiennent qu'un minimum de phosphore, 0,20 à 0,30, sont désignées sous le nom de *fontes fortes* ou *résistantes*.

Les *fontes de moulage* sont comprises dans les quatre ou les cinq numéros de nuance grise. Exceptionnellement, et, pour certain matériel, la fonte truitée grise trouve un emploi, mais toujours restreint. On a déjà cité les canons fondus à Finspong (Suède) avec une fonte truitée ou *piquée*, contenant 0,15 à 0,20 de soufre. Les cylindres de laminoirs sont aussi faits avec de la fonte n° 6, truitée-grise.

Le graphite étant l'élément constituant essentiel des fontes moulées, le silicium qui le fait naître en est considéré, lui, comme l'élément indispensable [1]. Le phosphore y est admis à des doses variables, depuis 0,20 à 1,50 °/₀ suivant les circonstances que doit apprécier le metteur en œuvre, et le manganèse, qui contrebalance l'action du silicium par rapport à la proportion de graphite, ne peut y être toléré souvent qu'à des teneurs très faibles : 0,20 à 0,40 °/₀.

Les *fontes d'affinage* peuvent être indistinctement grises ou blanches. Leur composition chimique, bien que subordonnée au mode de traitement em-

---

presque l'identifier, et ne rappelle que de loin celle du soufre dont parle Ledebur. Quant à son rôle dans les fers carburés, il reste encore bien obscur.

Le chrome et le tungstène paraissent agir comme le manganèse. Le chrome, surtout, augmente le point de saturation pour le carbone. Tous les deux le maintiennent à l'état combiné dans les alliages carburés riches; mais ce qui les différencie l'un et l'autre du manganèse, c'est qu'ils *augmentent notablement la proportion du carbone de carbure* aux dépens du carbone de trempe, comme le prouvent les lois du refroidissement auxquelles ils obéissent et qu'ont fixées les études de M. Osmond.

Les fontes riches en nickel ont cette faculté plus accentuée encore de ne fixer, peut-être, à l'état de carbone de trempe, la moindre trace de leur carbone combiné.

Sans doute, tous ces corps étrangers, qui apportent de si profondes modifications dans l'état du carbone, doivent exercer une action non moins accentuée sur les états allotropiques du fer dans la fonte. Les expériences de l'Américain Keep sur les lois du refroidissement à partir du point de solidification des fontes siliceuses — expériences exposées d'une façon si claire par M. l'ingénieur Henning, au Congrès international de Zurich (*a*), — paraissent bien l'indiquer. C'est là un champ d'études encore peu exploré, mais dont les découvertes ne sauraient avoir pour la fonte l'importance qu'elles peuvent avoir et qu'elles ont déjà pour les alliages peu carburés, pour l'acier.

[1] Ledebur admet comme termes extrêmes de la série, d'une part, le ferro-silicium et, de l'autre, le ferro-manganèse. *Manuel de la Métallurgie du Fer.* Tome Ier, traduit par de Langlade et F. Valton. Baudry et Cie, éditeurs. 1895.

[2] L'artillerie de la marine classe les fontes qu'elle emploie, *fontes au bois*, en cinq numéros avec des intercalations : n° 1 et n° 1 *bis* ; n° 5 et n° 5 *bis*. La forme du grain, autant que sa grosseur, intervient dans l'appréciation du numéro du classement.

Les différences de compositions chimiques, outre les numéros extrêmes, ne sont jamais très accentuées : 1/2 °/₀ pour le carbone, 3 à 4 millièmes pour le silicium.

(*a*) Congrès international pour l'unification des méthodes d'essai des matériaux de construction, tenu les 9, 10 et 11 septembre dernier à Zurich.

[1] Surtout dans les fontes brutes destinées à être refondues en mélange avec des *bocages* ou vieilles fontes. Mais les fontes supérieures d'artillerie avec 3,75 à 4,00 de carbone total, renferment le silicium à dose limitée entre 0,60 à 1,20 °/₀.

ployé à les transformer en métal malléable, comporte les doses les plus variables de silicium, phosphore et manganèse. Le soufre est le seul des corps étrangers spécialement étudiés ici, dont la présence soit rarement tolérée au delà de 0,10 à 0,15 °/₀, soit dans la fonte de moulage, soit dans celle d'affinage [1].

part, et les propriétés mécaniques, de l'autre.

Sans aborder, dans cette étude, le détail des essais mécaniques auxquels sont soumises les fontes de moulage [1], soit avant, soit après la mise en œuvre, on se bornera à donner un certain nombre d'analyses de fontes recherchées pour tel matériel ou tel usage déterminés. (Tableau I.)

Tableau I. — Analyse des fontes de moulage.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*
Carbone total.....	3.978	3.787	4.225	3.775	3.600	3.450	2.990	3.550	2.806	3.500	2.820	3.520	3.820	3.640
Id. Graphite..	?	?	?	?		?	?			3.300	2.540	3.390	3 300	3.150
Silicium.....	0.559	0.513	1.328	0.850	1.000	2.750	1.812	4.225	3.000	3.500	2.160	2.520	2.710	1.860
Phosphore..	0.081	0.476	0.208	0.207	0.200	0.772	0.680	0.260	0.300	0.980	0.510	1.490	1.800	1.850
Soufre	0.005	0.030	traces	traces	0.030	0.074	0.120	0.020	0.070	0.020	?	0.050	0.040	0.630
Manganèse.....	0.306	0.153	0.213	0.200	0.120	0.544	0.388	0.450	0.350	1.580	0.670	0.680	0.590	0.500

a, *b*, fontes au bois de Labouheyre (Landes), classées n° 1 *bis* et n° 5 à la Fonderie de canons de Nevers.
c, *d*, fontes au bois du Bandiat, classées n° 1 et n° 5 à la Fonderie de canons de Nevers.
e, canon de 14cm provenant du mélange de ces fontes refondues au Reverbère.
f, fonte n° 1 du Creusot; *g*, fonte n° 5 du Creusot; *h*, fonte noire; *k*, fonte n° 2, du Berry, au coke.
l, fonte noire d'Ecosse; *m*, fonte n° 3 d'Ecosse, marque Coltness.
n, fonte n° 3, Cleveland; *o*, fonte dite à peau lisse, ou n° 3 supérieur du Comptoir de Longwy.
p, fonte de moulage ordinaire du comptoir de Longwy.

La composition chimique qui montre dans quelle relation numérique se trouvent les principaux éléments constituants, venant s'ajouter à l'examen de ses propriétés organoleptiques, permet de fixer, d'une façon à peu près sûre, la qualité d'une fonte d'affinage, mais non pas celle d'une fonte de moulage. Et les travaux très intéressants d'un groupe de fondeurs américains, parmi lesquels on doit citer au premier rang ceux de M. W. J. Keep, n'ont pu encore aboutir à l'énoncé d'une loi empirique fixant les relations entre la composition chimique d'une fonte de moulage et ses propriétés physiques et mécaniques [2].

Ce que l'on doit attendre des investigations par le microscope, pour aider à résoudre cette importante question, on ne peut le prévoir encore; car, bien qu'elles aient révélé, dans les fontes grises, l'existence de tous les *éléments microscopiques constituants* des aciers [3], cependant elles n'ont été ni assez variées, ni assez méthodiques pour donner rien de précis quant au nombre et au groupement de ces *constituants primaires* en relation avec la composition chimique, d'une

Les fontes *a b c d* du tableau ci-dessus représentent les numéros extrêmes, supérieur et inférieur, des meilleures fontes au bois, jadis employées à la Fonderie de Nevers, supprimée depuis plus de 15 ans. Elles provenaient des hauts fourneaux des Landes et de Bandiat, soufflés à l'air froid. Les essais faits sur le canon de 14cm provenant d'un mélange de ces fontes fondu au réverbère, avaient été les suivants :

Sur barrette de 10cm, l'effort de rupture à la traction était de 21 kilos, et l'allongement de 0,55 °/₀.

Sur barreau carré essayé au choc avec le mouton de 12 kilos, la rupture avait été obtenue à la hauteur de chute de 0m,63.

Les fontes chargées en graphite, en silicium et phosphore supportent rarement sans rupture une hauteur de chute du mouton supérieur à 0m,25, ni une charge de rupture, à la traction, dépassant 12 à 15 kilos soumises aux mêmes essais [2].

L'expérience a démontré qu'avec un minimum de phosphore, 0,20 à 0,30, *dose utile*, on obtient un maximum de ténacité, avec des teneurs en silicium variant de 1 à 1,50; le carbone total variant lui-même de 2,80 à 3,50, et le manganèse étant maintenu entre 0,30 et 0,50 [3].

[1] C'est la considération seule du prix de revient qui laisse subsister le soufre au delà de ces limites, et souvent jusqu'à 0,50 ou 0,80 dans la fonte d'affinage pour fer puddlé ordinaire.

[2] Consulter : les *Transactions of the American Institute of mining Engineers*. Vol. 1889 à 1893. *American Society of mechanical Engineers*. Juin 1895. V. XVI des *Transactions of American machinist* Journal, n° du 19 septembre 1895.

[3] Jusqu'à présent fixés à cinq, par les derniers travaux d'Osmond : la ferrite, la cémentite, la sorbite, la martensite et la troostite.

[1] Consulter *Méthodes d'essai des fontes*, par DURANT. Travail le plus complet sur la question, inséré dans le 2e V. des Rapports de la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. Edité par Rothschild. Imprimerie nationale.

[2] Consulter le mémoire de M. Durant, déjà cité.

[3] Il disparaît environ $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ du manganèse au cubilot.

En résumé, il demeure bien établi que le carbone est l'élément essentiel des fontes de moulage. Quand il est présent à dose suffisante, un refroidissement méthodique le distribue dans la masse métallique presque entièrement sous forme de graphite et de carbone graphitique, en n'y laissant subsister qu'un minimum de carbone de carbure et de carbone de trempe [1].

Le silicium ne saurait en aucun cas être considéré comme le succédané du carbone; mais, à cause de sa propriété de le précipiter à l'état de graphite jusqu'aux dernières traces à mesure que sa teneur augmente (cela, principalement dans une fonte privée de manganèse), on le fait intervenir dans la fonderie, sous forme de ferro-silicium, pour utiliser des déchets de fonte et, en général, des débris de métal fonteux pauvre en carbone [2]. Les fontes noires, riches en carbone, en silicium et quelquefois en manganèse, comme celles d'Écosse, sont donc considérées comme des matières premières renfermant, concentrés, les éléments chimiques indispensables à la moulerie de seconde fusion où l'on passe des déchets.

Les fontes d'Écosse, d'une si vieille renommée pour cet usage, continuent à être recherchées de préférence aux fontes de même numéro du Cleveland ou de l'Est de la France, à cause de leur moindre teneur en phosphore. Sur le marché anglais elles valent toujours huit à dix francs de plus la tonne que celles de Middlesborough (Cleveland).

Ce n'est, du reste, qu'en mélange avec des fontes peu phosphoreuses que l'on emploie *généralement* les fontes du Cleveland et de l'Est de la France.

La fonte *k* est un type de bonne fonte de première fusion employée au moulage des tuyaux, dans une grande usine de l'Allier.

Il a été dit, déjà, que les fontes d'affinage comportent toutes les variétés et toutes les nuances. Ainsi, le bon fer marchand provient, en Angleterre, d'une fonte grise n° 4, vendue sur le marché de Middlesborough sous le nom de n° 4 d'affinage. Elle renferme 1,50 de phosphore et 1,60 de silicium. On y puddle rarement de la fonte truitée.

Sur le continent, la fonte désignée sous le nom de *fonte d'affinage*, pour fer puddlé marchand, est blanche et renferme [3] :

Carbone total	2,50	à 3,00
Silicium	0,20	0,40
Phosphore	1,60	1,80
Soufre	0,50	0,25
Manganèse	0,00	à traces

Les fontes blanches rayonnées ou rubanées, contenant de 1 à 4 % de manganèse, et 0,05 à 0,15 de phosphore, servent à fabriquer le métal malléable, soudé, de qualité supérieure, de préférence aux fontes grises pures de phosphore et de soufre, qui se traitent moins aisément et moins économiquement au four à puddler.

Les fontes propres à l'affinage Bessemer acide sont caractérisées principalement par leur pureté, eu égard au phosphore et au soufre, tandis que la proportion de silicium, quelquefois assez élevée, peut s'abaisser à 1,00. Le manganèse n'est jamais absent. On en trouve 3 à 4 % dans les fontes Bessemer de Styrie; 0,50 dans celles du Cumberland, et la même dose avec 1,00 de silicium, dans celles des États-Unis. — L'affinage pour acier au four Martin-Siemens acide permet de traiter toutes les nuances de fonte, sans exception, pourvu que le phosphore et le soufre n'y soient présents qu'à l'état de traces. Mais, si le garnissage du four est fait en matières réfractaires basiques ou neutres, on peut y affiner des fontes grises ou blanches avec des teneurs en phosphore les plus variables, en évitant, toutefois, celles qui contiennent plus de 0,15 à 0,20, *maximum*, de soufre [1].

La fonte dite *fonte Thomas*, que l'on affine pour acier au convertisseur basique, est, parmi les fontes d'affinage, celle dont la composition chimique doit le moins varier afin de fournir un produit toujours semblable à lui-même.

On la maintient entre les limites suivantes :

Carbone total	3,20	à 3,40
Phosphore	1,80	2,25
Manganèse	1,60	2,00
Soufre	0,07	0.05
Silicium	0,06	0,04

On évite le silicium et le soufre; le manganèse [2] ne saurait être inférieur à 1,50; quant au phosphore, qui est l'élément calorifique de l'opération d'affinage au convertisseur Bessemer basique, la teneur au-dessous de laquelle on désire ne pas descendre est de 2,00 %.

Dans un second article, nous étudierons les procédés de fabrication des fontes.

A. Pourcel,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien Chef de service des Hauts Fourneaux et Aciéries de Terre-Noire.

[1] Bien que la fonte grise obtenue au haut fourneau contienne toujours du silicium, il n'est pas exact de dire — comme le répète Ledebur — que la fonte grise ne peut pas exister sans silicium. C'est en se plaçant à ce point de vue contestable qu'il a classé le ferro-silicium au premier rang de la série des fontes grises.

[2] Dans la fusion au cubilot, l'oxydation se porte sur le manganèse d'abord, et sur le silicium, en second lieu; et le métal en sort souvent plus carburé qu'il n'y était entré. L'emploi du ferro-silicium est une méthode empirique d'atelier qui n'offre aucune garantie pour les pièces moulées devant répondre à des propriétés mécaniques spécifiées.

[3] C'est le type fabriqué dans l'Est, et vendu par Longwy.

[1] Bien qu'on élimine le soufre aussi facilement que le phosphore au four Siemens-Martin, il est plus économique que l'opération d'affinage ne compte pas cette complication

[2] L'emploi du mélangeur Jones Massenez permet de diminuer la dose de manganèse tout en maintenant dans une limite inférieure celles du soufre et du silicium.

591,16

LA DÉTERMINATION DU SEXE [1]

Qu'est-ce que le sexe? Tout le monde sait qu'il consiste essentiellement dans la nature des organes qui donnent naissance aux cellules reproductrices : chez le mâle, ce sont des testicules qui produisent des cellules très petites, mobiles, dont le protoplasma est réduit au strict nécessaire ; chez la femelle, ce sont des ovaires qui produisent des cellules très grosses, inertes, avec un protoplasma abondant, rempli de matériaux de réserve.

Mais il est bien rare que ce caractère essentiel soit isolé ; presque toujours, il se traduit extérieurement par des organes très apparents, destinés à la copulation, à la ponte, à la protection ou à l'alimentation des jeunes, ou par des *caractères sexuels secondaires*, comme la barbe de l'Homme, la crinière du Lion, le plumage splendide du Paon, etc. Toutefois, cela ne complique pas le problème : on sait d'une façon à peu près certaine qu'au moment où l'être vivant se détermine comme mâle ou femelle, tous les autres caractères sexuels se déterminent en même temps, dans le même sens, comme si les glandes génitales réagissaient directement sur le reste de l'organisme : c'est là un fait bien démontré de *corrélation organique*. Qu'on songe aux effets de la castration : le castrat perd en grande partie ses caractères secondaires, pour devenir une sorte d'être neutre, intermédiaire au mâle et à la femelle ; certains Crustacés parasites, qui ont successivement des testicules et des ovaires, présentent d'abord les caractères externes du mâle, puis les perdent, pour prendre ceux de la femelle; enfin, on connaît, en tératologie, des Papillons et des Oiseaux hermaphrodites dont une moitié, renfermant un testicule, présente la livrée et l'aspect du mâle, tandis que l'autre moitié, renfermant un ovaire, a tous les caractères de la femelle. Donc, en dernière analyse, le sexe est caractérisé uniquement par la nature de la cellule reproductrice, spermatozoïde ou œuf.

Fig. 1. — *Femelle parthénogénétique de Moina macrocopus Robin.* — A, anus; C, cavité incubatrice remplie d'embryons (œufs d'été). D'après Weismann.

Fig. 2. — *Femelle de Moina rectirostris avec un œuf durable en voie de développement dans l'ovaire gauche.*— A, anus; B, œsophage; C, cerveau; D, mandibule; E, enveloppe de l'œuf durable (*ephippium*) comprenant une loge creuse L, et un flotteur N; O, œuf durable rempli de matières de réserve. D'après Weismann.

Pour quelles raisons un œuf ou un embryon évolue-t-il dans le sens mâle ou dans le sens femelle? C'est là une des questions les plus ardues de la Biologie générale, mais aussi l'une des plus intéressantes, tant par la portée philosophique qu'en raison des applications pratiques qui découleraient de la solution. Le problème paraît en voie d'être résolu. Il m'a paru utile de réunir les faits certains que l'on possède maintenant sur le sujet. Ces faits se rapportent à trois cas :

1° Cas où le sexe est déterminé par la structure de l'œuf, bien *avant* la fécondation, lorsque celle-ci doit avoir lieu;

2° Cas où le sexe est déterminé *par* la fécondation ;

3° Cas où le sexe est déterminé *après* la fécondation.

[1] Bibliographie générale du sujet dans : Geddes et Thomson, l'*Évolution du Sexe*. Paris, Babé, 1892.

Y. Delage : *La structure du protoplasma et les théories sur l'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale.* Paris, Reinwald, 1895.

Voir aussi : de Kerhervé, Sur l'apparition provoquée des mâles chez les Daphnies (*Daphnia psittacea*) : *Mém. Soc. Zool. de France*, t. VIII, 1895, p. 200.

Marchal : La reproduction et l'évolution des Guêpes sociales : *Arch. de Zool. expér.* 3e série, t. IV, 1896.

Nagel : Ueber die Entwickelung des Urogenitalsystems des Menschens : *Arch. für mikr. Anat.* Bd., xxxiv 1889, p. 269.

E. Nicolas : Vues générales sur les Hyménoptères : *Congrès Zoologique de Moscou*, IIe partie, 1893, p. 114.

Orchansky : Étude sur l'hérédité normale et morbide : *Mém. Acad. Imp. Sc. Saint-Pétersbourg*, t. XLII, 1894.

I. — Cas où la structure de l'œuf est déterminante.

1. — *Cas des Daphnies.* — Les Daphnies sont de petits Crustacés fréquents dans les mares d'eau stagnante, où ils se multiplient souvent avec une rapidité extraordinaire. A l'état normal, on ne trouve que des femelles, lesquelles pondent sans discontinuer dans leur cavité incubatrice (fig. 1) des œufs de petite taille, à coque mince, non fécondés (*œufs d'été*); l'accélération est telle que parfois les embryons en voie de développement renferment des œufs tout prêts à évoluer, de sorte qu'on a ainsi trois générations emboîtées les unes dans les autres (*Evadne*).

Dans certaines circonstances, que nous préciserons tout à l'heure, les mâles se rencontrent mêlés aux femelles, et, de plus, presque toutes celles-ci, au lieu de pondre des œufs d'été, forment des œufs d'une autre nature, susceptibles de fécondation, à coque dure, à réserves abondantes et à évolution très lente (*œufs durables*). Les mâles naissent exclusivement d'œufs d'été; les femelles naissent à la fois d'œufs d'été non fécondés et d'œufs durables fécondés.

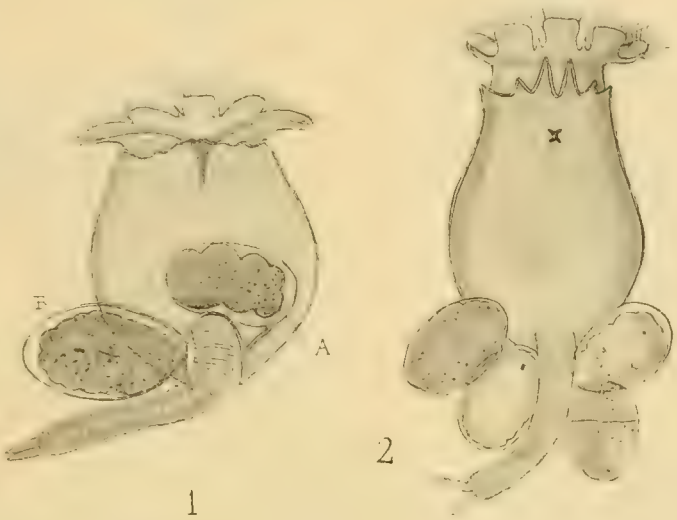


Fig. 3. — *Brachionus urceolaris Ehr.* : 1, *pondeuse d'œufs femelles, vue du côté ventral.* — A, œuf non mûr encore dans l'ovaire; B, œuf renfermant un embryon développé. — 2, *pondeuse d'œufs mâles, vue du côté dorsal*; elle porte attachés au corps quatre œufs à divers états de développement. D'après Cohn.

Les circonstances qui provoquent l'apparition des mâles et des œufs durables, ont été déterminées avec une grande précision par Rolph, Kurz et de Kerhervé. Des Daphnies[1] parfaitement nourries donnent sans discontinuer des femelles parthénogénétiques, qui pondent des œufs d'été, lesquels redonneront des femelles indéfiniment. Que la provende vienne à diminuer, soit par la concurrence d'une autre espèce, soit par la multiplication dans un espace restreint, un certain nombre d'œufs donnent des mâles; de plus, presque toutes les femelles fabriquent cette fois des œufs durables, qui seront fécondés par les mâles, et pourront attendre le retour de circonstances favorables.

C'est dans l'ovaire même que se détermine le sexe de l'œuf, par la quantité et la nature des réserves qui s'y accumulent. Cela est évident pour l'œuf durable (fig. 2), reconnaissable bien avant qu'il n'ait quitté l'ovaire et qu'il soit question de fécondation : l'ovogenèse suit dans ce cas une marche particulière, destinée à augmenter les réserves de l'œuf. Quant aux œufs qui donnent des mâles, il est bien probable aussi qu'ils se déterminent comme tels dans l'ovaire; les mâles étant un peu plus petits que les femelles, ces œufs doivent exiger moins de réserves nutritives et l'on comprend bien l'influence directe de la disette.

2. — *Cas de l'Hydatina senta.* — L'Hydatine est un petit Rotifère, bien connu par le dimorphisme considérable qui existe entre le mâle et la femelle; le premier est très petit, d'organisation très simple et vit 2 à 3 jours, tandis que la seconde peut vivre de 7 à 13 jours. Dans des conditions favorables, les Hydatines et les formes voisines pondent sans discontinuer des œufs d'été non fécondés, dont les uns donnent naissance à des mâles, les autres à des femelles; chose singulière, quelles que soient les conditions de milieu, certaines mères ne pondent que des œufs destinés à donner des mâles, d'autres que des œufs destinés à donner des femelles (fig. 3) : le sexe d'un individu est donc irrévocablement décidé par la nature de sa mère. Le problème consiste donc en ceci : qu'est-ce qui détermine la nature de pondeuse d'œufs mâles ou femelles? C'est ce que Maupas a étudié avec un plein succès.

C'est au moment où chaque œuf se différencie dans l'ovaire, en commençant son développement, que se fixe définitivement la nature de la pondeuse qui en sortira; l'agent modificateur est la *température*, comme le montrent les expériences suivantes : entre 14 et 15°, les œufs pondus par 5 Hydatines donnent naissance à 5 p. °/₀ de pondeuses d'œufs mâles et 95 p. °/₀ de pondeuses d'œufs femelles. Entre 26 et 28°, 5 Hydatines, sœurs des précédentes, donnent 97 p. °/₀ de pondeuses d'œufs mâles et 3 p. °/₀ de pondeuses d'œufs femelles. Maupas a fait changer successivement le sexe des pondeuses en transférant plu-

[1] *Daphnia psittacea* Baird, *lacustris* G. O. Sars, etc.

sieurs fois de suite des Hydatines du chaud au frais, et, dans une des pontes au chaud, il a obtenu une fois jusqu'à 100 p. °/₀ de pondeuses d'œufs mâles.

En résumé, chez les Daphnies, Pucerons, Hydatines, etc., le sexe d'un individu est déterminé soit par la structure de l'œuf dont il sortira, soit même encore plus tôt par la structure de l'œuf maternel.

II. — Cas ou la fécondation est déterminante.

On sait que, chez les Abeilles et les Guêpes, il y a trois sortes d'individus : des femelles fécon-

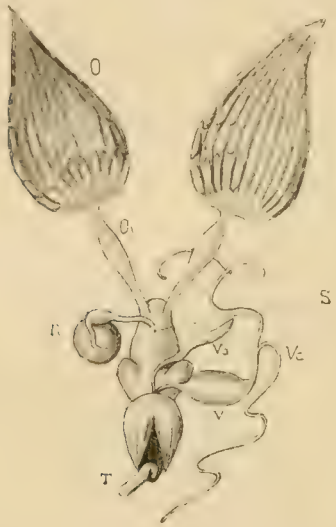


Fig. 4. — *Appareil génital d'une reine d'Apis mellifica, vu du côté dorsal.* — O, ovaires; Ov, oviducte; R, réceptacle séminal; S, point où se fait la fécondation; T, rectum; V, réservoir du venin; Va, glande venimeuse alcaline; Vc, glande venimeuse acide. D'après Looss.

dables, les *reines*, des femelles imparfaites (*ouvrières*) qui pondent parfois des œufs parthénogénétiques lorsqu'elles sont bien nourries, et enfin des mâles (*faux-bourdons*). L'agent qui détermine le sexe n'est autre que la fécondation.

Pour le prouver, à l'exemple de Dzierzon et Bessels, coupons les ailes d'une jeune reine, de façon à empêcher le vol nuptial, pendant lequel elle est fécondée. La reine restée vierge n'en pondra pas moins; mais ses œufs donneront tous sans exception des mâles, exactement comme ceux des ouvrières pondeuses, toujours non fécondées (*Vespa*, *Polistes*).

Au contraire, qu'on laisse s'accomplir le vol nuptial : lorsque la reine revient à la ruche, l'accouplement a eu lieu, le réceptacle séminal est rempli de spermatozoïdes. Lorsqu'elle pondra, au moment où l'œuf passe devant l'orifice du réceptacle séminal (fig. 4), celui-ci s'ouvre, laisse passer du sperme et l'œuf est fécondé : il donnera *toujours* naissance à une femelle. Par hasard, lorsque l'œuf n'est pas fécondé au passage, par suite d'inertie du réceptacle séminal (à la fin de la saison), il évolue en mâle; en effet, si l'on accouple ensemble deux espèces d'Abeilles (*Apis mellifica* et *Apis ligustica*), les reines pondent bien des femelles mixtes, tandis que les mâles qu'elles produisent sont toujours sans exception de la race pure de la mère (Dzierzon). *Ici c'est donc bien la fécondation qui détermine le sexe de l'animal qui sortira de l'œuf.*

On a remarqué depuis longtemps que les alvéoles d'un nid ne sont pas toutes semblables : chez les Guêpes, par exemple, les gâteaux inférieurs sont formés de grands alvéoles, tandis que les gâteaux supérieurs, généralement plus nombreux, n'en renferment que de petits. Or, des grands alvéoles il ne sort jamais que des reines, tandis que des autres il sort indifféremment des ouvrières ou des mâles.

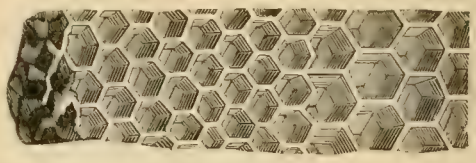


Fig. 5. — *Fragment de rayon d'Apis mellifica.* — A droite de la figure, alvéoles de mâles; à gauche, point d'attache du rayon et alvéoles d'ouvrières.

Il en est à peu près de même chez les Abeilles (fig. 5 et 6) : il y a trois sortes d'alvéoles : les unes, plus petites, reçoivent les ouvrières; d'autres, peu nombreuses, très grandes, en forme de cupules, abriteront des larves de reines, et enfin de grandes alvéoles plus profondes et plus larges que celles des ouvrières, sont destinées aux mâles. Dans ces dernières, l'Abeille ne pond absolument que des œufs non fécondés.

Enfin, chez l'*Osmia*, la répartition des sexes dans le nid est au moins aussi curieuse : cet Hyménoptère pond soit dans des roseaux creux, soit dans les loges abandonnées d'un autre Hyménoptère (Anthophore); or, il dépose ses œufs de telle façon que ceux des femelles sont toujours dans une loge spacieuse, avec une abondante nourriture, tandis que ceux des mâles sont dans une loge plus étroite et moins bien approvisionnée. Quand l'Osmie pond dans une loge d'Anthophore (fig. 7), le contraste est saisissant (E. Nicolas) : cette loge pyriforme est trop large pour deux œufs mâles, mais trop petite pour deux œufs femelles : aussi l'Osmie pond-elle un œuf femelle dans la région ventrue, puis par une cloison isole la région rétrécie où

Fig. 6. — *Alvéoles de reines (Apis mellifica).*

elle pondra un œuf mâle; si l'on retourne la loge en ayant soin de faire un orifice au sommet, la disposition des œufs sera encore la même, mais l'œuf mâle sera pondu cette fois le premier. Si l'on change les œufs de place, le sexe reste tel qu'il était prévu mais la femelle mal nourrie est chétive, tandis que le mâle acquiert un volume anormal; la nourriture n'est donc pour rien dans la détermination du sexe.

Il semble ressortir de ces exemples que l'Hyménoptère détermine *volontairement* le sexe d'un œuf donné, en le fécondant ou non; mais il est probable que c'est un simple réflexe. Lorsque la mère se trouve en présence des cellules spécialisées pour les femelles (les grandes loges pour les Guêpes et l'Osmie), la contraction du réceptacle séminal au moment du passage de l'œuf doit se produire avec une énergie particulière, et l'œuf est sûrement fécondé et femelle; en face des autres cellules, le réflexe peut ne pas du tout se produire (Osmie, Abeille), et alors l'œuf est régulièrement non fécondé ou mâle: ou le réflexe a lieu d'une façon irrégulière (Guêpes), et alors les œufs donnent sans aucun ordre des ouvrières ou des mâles.

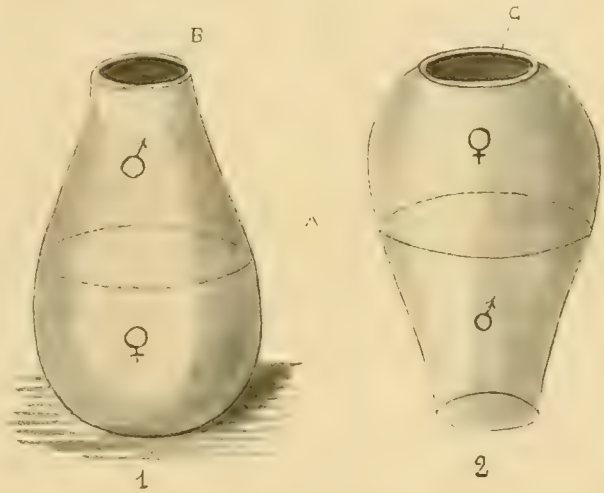


Fig. 7. — *Loges d'Anthophores occupées par les Osmies, montrant les places occupées par les œufs mâle et femelle.* — 1, position naturelle, le goulot en haut; 2, position renversée, le goulot en bas. — A, cloison intérieure séparant les deux loges; B, ouverture normale de la loge d'Anthophore; C, ouverture pratiquée dans la calotte pour permettre la ponte de l'Osmie. D'après E. Nicolas.

III. — Cas où le sexe se détermine après la fécondation.

Généralement le sexe ne se détermine que longtemps après la fécondation: l'embryon ou la larve est réellement neutre, puis le sexe se décide dans un sens ou dans l'autre, entraînant le développement des organes annexes et des caractères sexuels secondaires. L'état d'indifférence dure plus ou moins longtemps suivant les espèces: chez les Grenouilles, le sexe se décide durant la phase têtard, qui commence 10 ou 15 jours après la fécondation; chez l'Homme, on commence à reconnaître le sexe par l'examen histologique de la glande génitale, chez des embryons de 12 à 13 millimètres, âgés d'environ cinq semaines (Nagel).

1. *Cas des Plantes.* — Hoffmann cultive des plantes dioïques (*Mercurialis*, *Lychnis*, *Rumex*, *Spinacia*), les unes en semis lâche, les autres en semis serré, ce qui revient à donner aux premières une nourriture plus abondante qu'aux secondes. Or, dans le semis serré, il naît deux ou trois fois plus de fleurs mâles que dans le semis lâche.

Meehan fait remarquer que de vieilles branches de Conifères, surmontées et ombragées par de plus jeunes, ne portent que des inflorescences mâles. D'après plusieurs botanistes, cités par Heyer, les prothalles de Fougères qui ont poussé dans de mauvaises conditions ne produisent que des anthéridies (organes mâles) et pas d'archégones (organes femelles). Il semble donc résulter de ces observations que, chez les plantes, une nutrition défavorable favorise la production des mâles.

2. *Cas des Insectes.* — D'après Mary Treat et Gentry, des Chenilles mal nourries ou mises à la diète avant de chrysalider, donnent des papillons mâles, tandis que des Chenilles de la même ponte, abondamment nourries, donnent des femelles.

3. *Cas des Batraciens.* — C'est surtout sur les Grenouilles que l'on possède des documents démonstratifs. Born a opéré sur des œufs de *Rana fusca*, fécondés artificiellement, qu'il a placés dans un certain nombre d'aquariums: dans les premiers, les têtards étaient nourris d'herbes; dans les deuxièmes, de viande (têtards hachés et fragments de Grenouille); dans les troisièmes, d'herbes et de viande; enfin, un aquarium fut garni d'un fond de limon comme à l'état naturel. Dans l'ensemble des aquariums, les têtards métamorphosés fournirent une proportion extraordinaire de femelles, 95 contre 5 mâles; dans quelques-uns même, il y avait 100 °/₀ de femelles; le vase à limon seul avait un peu plus de mâles, 28 %. Comme dans la nature, le nombre de mâles et de femelles est à peu près le même, il est évident que la nourriture avait considérablement influé sur la production des sexes.

Yung, opérant sur le *Rana esculenta*, a obtenu des résultats analogues, mais il a mieux précisé que Born les conditions de l'expérience. A l'état normal, il y a chez cette espèce environ 57 °/₀ de femelles. Yung a nourri un premier lot de têtards

avec de la viande de bœuf, un deuxième avec du poisson, un troisième avec de la chair de Grenouille. Il a obtenu 78 °/₀ de femelles dans le premier cas, 81 °/₀ dans le deuxième, et 92 °/₀ dans le troisième. La nourriture animale, bien plus favorable au développement que la nourriture végétale, favorise donc considérablement la production du sexe femelle.

Certes, toutes ces expériences ne sont pas démonstratives au même degré, mais il est très curieux de constater leur concordance : il semble que ce soit toujours une influence nutritive qui décide du sexe. Si l'embryon, avant l'époque de la détermination, est abondamment nourri, il y a toutes chances pour qu'il devienne une femelle ; s'il est mal nourri, toutes chances pour qu'il devienne un mâle. Il est tout à fait impossible de comprendre comment peut agir cette surabondance de la nutrition, car il ne faut certes pas une quantité différente de matière pour bâtir un mâle ou une femelle, et, au début, il n'y a absolument aucune différence de grosseur entre un ovaire et un testicule. Néanmoins il semble que cette surabondance ait un effet capital.

IV. — Détermination du sexe chez les Mammifères et en particulier chez l'Homme.

Au sujet des Mammifères, les théories ont eu le champ libre, en l'absence presque complète de documents expérimentaux ; mais, malgré le grand nombre de ces théories (plus de 500, paraît-il), il y a bien peu à garder dans tout ce fatras d'hypothèses.

Quelques faits semblent certains : 1° la glande génitale ne se différencie histologiquement en ovaire ou testicule que longtemps après la fécondation, et il est permis de croire que la détermination du sexe coïncide avec cette différenciation ou ne la précède que de très peu ; 2° il y a des mères, peu nombreuses d'ailleurs, qui ne donnent naissance qu'à des rejetons d'un même sexe, et cette particularité est souvent héréditaire ; 3° dans des conditions moyennes, le nombre relatif des deux sexes est toujours à peu près le même : 106 garçons pour 100 filles, 100 étalons pour 99,7 juments, etc. Cette constance peut s'expliquer de deux façons : ou bien la production des sexes est soumise à une auto-régulation dont nous ignorons le processus (Düsing), ou bien les conditions déterminantes sont telles qu'il y a autant de chances pour la production de l'un et l'autre sexe. Je préfère de beaucoup cette seconde hypothèse, qui explique mieux les oscillations incessantes autour de la moyenne.

La plupart des théories se sont établies sur une base statistique ; mais, du sac de la statistique on tire à peu près toutes les moutures, quand on cherche bien, et les tableaux les plus démonstratifs n'ont pas tardé à être démolis par d'autres tableaux non moins démonstratifs. C'est ce qui est arrivé à Hofacker et à Sadler, suivis par Göhlert, Legoyt, Boulanger, Noirot, Breslau : ils avaient conclu que l'époux le plus âgé a le plus de chances de transmettre son sexe au produit. L'observation la plus vulgaire, ainsi que les statistiques de Stieda et de Berner, mettent à néant cette assertion.

Une théorie très répandue, bien que très vague, est celle de la « vigueur comparative ». Pour les uns (Girou, etc.), c'est le parent le plus vigoureux qui donne son sexe au produit ; pour les autres (Janke, Starkweather), c'est juste le contraire, le parent supérieur produit le sexe opposé au sien. Cette contradiction juge la théorie ; d'ailleurs, comment expliquer que chez un Mammifère à portées de nombreux petits, ceux-ci sont presque toujours de sexe différent ? Et puis, qu'est-ce que cela veut dire, la vigueur comparative ? Quelle mesure prendra-t-on pour l'apprécier ?

En somme, je ne vois guère que deux théories à retenir : celle de l'âge relatif des produits sexuels, et celle de l'influence de la nutrition ; elles se séparent sur une question malheureusement impossible à trancher : la première suppose que c'est au moment même de la fécondation que le sexe se détermine, tandis que la seconde admet que l'embryon est réellement neutre, indifférent, pendant un temps plus ou moins long de sa vie intra-utérine.

1. *Théorie de l'âge relatif.* — La théorie de l'âge relatif, proposée surtout par Huber, Thury et Düsing, compte un grand nombre de partisans : pour eux, l'élément sexuel le plus jeune et le plus vigoureux (jeune et vigoureux dans un sens purement cellulaire) aura une influence prédominante sur l'autre et modifiera le produit dans son propre sens : par exemple, un œuf récemment détaché de l'ovaire tend à produire une femelle, tandis qu'un œuf qui attend la fécondation depuis longtemps tend à donner un mâle. Il en résulte qu'on pourrait prévoir et même déterminer le sexe du produit, en combinant avec soin la date du rapprochement et celle des règles : supposons, par exemple, que l'œuf se détache un jour avant le début de la période menstruelle ; si l'accouplement a eu lieu un peu avant cette date, ce seront des spermatozoïdes qui attendent déjà depuis quelque temps dans l'utérus, c'est-à-dire des cellules vieillies, qui féconderont un œuf jeune, et il y aura sûrement pour cette double raison production d'une femelle ; au contraire, si le rapprochement a lieu vers la fin de la période menstruelle, ce sera un œuf qui attend la fécondation depuis quelques jours qui sera fé-

condé par des spermatozoïdes frais, et il y aura production d'un mâle. Thury, Cornaz et Knight se sont même vantés de déterminer le sexe du bétail d'après ce principe : au début du rut, période correspondant aux règles, les mères fécondées donneraient des femelles; à la fin, les mâles seraient en majorité. Par contre, Fürtz, armé d'une statistique de 193 cas où il a noté la date des dernières règles et celle de la conception (?), prétend que c'est exactement le contraire qui se passe : jusqu'au quatrième jour après les règles, les chances sont pour un garçon; à partir de ce temps, pour une fille; d'ailleurs, ce n'est pas absolument contradictoire avec la théorie émise plus haut; la date des règles n'a pas une importance capitale, c'est celle de la chute de l'œuf qu'il faudrait connaître; malheureusement on ne sait pas d'une façon exacte si l'œuf se détache bien avant les règles ou pendant cette période même.

Il est très difficile de réfuter cette théorie, qui est admise par beaucoup de médecins; elle offre l'énorme avantage — apparent — d'expliquer l'auto-régulation des sexes (Düsing); s'il y a beaucoup trop de mâles, il est évident que les femelles seront toujours fécondées au début du rut, et auront tendance à produire des femelles, ce qui rétablira l'équilibre. Mais cet avantage n'est qu'apparent, car cette auto-régulation est absolument inapplicable à l'homme, chez lequel cependant il y a égalité des deux sexes au point de vue numérique. Cette théorie n'explique pas le cas de la jument arabe dont parle Darwin, qui, couverte sept fois par des étalons différents, ne donna que des femelles; ni celui des femmes mariées plusieurs fois, qui n'ont que des enfants d'un même sexe ; il est invraisemblable que les œufs aient toujours été fécondés au même degré de maturité. Enfin un point faible de cette théorie, c'est d'admettre que la détermination du sexe a lieu au moment de la fécondation, ce qui est en désaccord avec les résultats expérimentaux fournis par les Plantes, les Insectes, les Batraciens.

2. — *Théorie de l'influence de la nutrition.* — Ploss, Düsing, Wilkins, Geddes et Thomson, Orchansky, etc., étendant à l'homme les résultats fournis par les autres êtres vivants, croient que c'est la nutrition surabondante, pendant les premières semaines du développement, qui détermine le sexe femelle, une nutrition un peu défectueuse qui détermine le sexe mâle. De nombreuses observations viennent à l'appui de cette hypothèse : Düsing fait remarquer que les femmes qui ont de petits placentas ou une faible menstruation (c'est-à-dire qui doivent mal nourrir les embryons), donnent naissance à plus de garçons; ce sont d'ordinaire les brebis les plus grosses qui portent les agneaux femelles. Girou divisa en deux moitiés un troupeau de 300 brebis : les brebis de l'une, très bien nourries, furent saillies par deux jeunes béliers et donnèrent 61 % de femelles : les brebis de l'autre moitié, maigrement nourries, furent saillies par deux vieux béliers et donnèrent 40 % de femelles; il est vrai que cette expérience présente une combinaison de plusieurs facteurs, mais elle n'en est pas moins démonstrative. Il est positif que, dans les familles riches et de santé moyenne, il y a plus de filles, tandis que les garçons sont plus nombreux dans la classe pauvre, se livrant à des travaux manuels. Quant aux mères qui n'ont que des rejetons d'un seul sexe, cela peut s'expliquer assez facilement par une disposition constitutionnelle de l'utérus, telle que la nutrition de l'embryon se fasse toujours de la même manière, défectueuse ou favorable, ce qui entraînerait toujours la même détermination sexuelle.

Cependant il y a un gros argument à opposer à cette théorie : il est certes impossible d'imaginer des mères en état de nutrition plus défavorable que les anémiques et les phtisiques ; et cependant elles donnent naissance aussi bien à des filles qu'à des garçons, bien qu'à la vérité il y ait prédominance de ces derniers, paraît-il ; on pourrait objecter qu'elles peuvent avoir de gros placentas qui nourrissent surabondamment le fœtus dans les premiers temps, et que rien ne prouve que le sang d'une anémique ou d'une phtisique ne soit pas aussi nutritif pour un embryon que celui d'une femme saine.

En somme, la théorie de la nutrition déterminante n'est pas encore prouvée, mais elle me semble avoir plus de chance que la précédente.

Pourrons-nous tirer quelques conclusions pratiques? L'homme peut-il avoir quelque espoir de déterminer à volonté le sexe de ses enfants? Je n'ose me prononcer. Avant tout, il faudrait savoir à quoi s'en tenir sur le déterminisme, et nous n'en sommes pas là; nous ne le saurons qu'en faisant des expériences nombreuses sur les Mammifères. Si la théorie de l'âge relatif des cellules sexuelles est la bonne, il ne serait pas impossible de faire de la détermination volontaire, en combinant la date du rapprochement et celle des règles, comme il a été dit plus haut, avec cette restriction qu'il n'est pas très sûr que la chute de l'œuf coïncide avec le début des règles; si l'on admet le rôle déterminant de la nutrition, il sera beaucoup plus difficile de mettre l'embryon dans un état favorable ou défavorable; le fait que des mères anémiques ou phtisiques donnent naissance aussi bien à des filles qu'à des garçons me semble de nature à inspirer un pro-

fond scepticisme au sujet des tentatives de détermination volontaire basées sur la théorie nutritive. Toutefois, il ne faudrait pas considérer la chose comme impossible; qui sait si une substance comme la lécithine, par exemple, qui a une action si curieuse sur la croissance et la multiplication des cellules [1], ne pourrait pas agir sur la détermination du sexe? Le problème est loin d'être résolu, mais c'est déjà beaucoup que d'avoir pu le formuler nettement.

L. Cuénot,
Chargé de cours
à la Faculté des Sciences de Nancy.

616

DES INJECTIONS DE SÉRUM ARTIFICIEL

Des discussions récentes dans les diverses sociétés savantes, en particulier à la Société de Chirurgie de Paris, ont remis à l'ordre du jour le rôle du sérum artificiel, rôle qui semble appelé à devenir considérable, tout au moins dans des cas bien précis, tels que les grandes hémorragies et les infections.

L'idée en est ancienne, et par ce fait même que de tout temps on a regardé le sang comme un principe noble, essentiellement vital, on a toujours songé à s'adresser directement à lui pour répandre dans l'organisme des principes fortifiants ou médicamenteux, et déjà Ovide dans ses *Tristes* raconte comment Médée, la célèbre magicienne, à la prière de son amant Jason, rend la santé au vieux Eson en lui faisant une saignée de la veine jugulaire et en lui injectant un bouillon composé d'huiles aromatiques; mais c'est depuis peu seulement que l'étude vraiment scientifique et avant tout physiologique d'actions de cette sorte a été faite.

L'idée première consista à transfuser directement du sang. On essaya le sang d'animal; mais les essais en parurent dangereux, et M. le Pr Hayem en montra tous les dangers. Rapidement cette idée fut abandonnée; on pensa dès lors à transfuser directement le sang humain. Les résultats en furent souvent excellents, et surtout dans les cas où il était nécessaire de remédier immédiatement à une perte de sang considérable, comme dans les grandes hémorragies. Le manuel opératoire toutefois était assez délicat, le sujet quelquefois difficile à trouver alors qu'il pouvait être utile et même nécessaire d'agir très rapidement. Pourquoi dès lors ne pas chercher un composé analogue au sang qui, répandu dans l'organisme, le remplacerait momentanément? De cette idée découla une série d'expériences qui, d'abord faites sur les animaux, permirent de penser que l'on avait entre les mains un puissant moyen de thérapeutique.

Il s'agissait de trouver un succédané du sérum sanguin, un diluant des globules. En effet, des recherches de Goltz et de Schwartz avaient déjà montré que, dans la majorité des faits cliniques, le nombre des hématies contenues dans le système cardio-vasculaire était suffisant à entretenir la vie si la masse du sang était assez considérable pour entretenir la tension intra-vasculaire nécessaire à la circulation. Que la quantité de sang demeurée dans les vaisseaux soit insuffisante, il y a stagnation du sang, contraction des vaisseaux à vide, circulation définitivement interrompue, hématies ne s'oxygénant plus, alors que cependant elles se trouveraient encore en nombre bien suffisant pour subvenir à l'oxygénation des tissus. Que faire dès lors? Diluer ce plasma, injecter un sérum artificiel se rapprochant autant que possible du sérum normal.

M. le Pr Mayet, de Lyon, dans un remarquable mémoire paru en 1891, a étudié successivement le rôle des divers sels injectés dans les veines après dissolution dans l'eau stérilisée. Il montra tout d'abord que l'eau pure n'amène quelquefois aucun accident, mais quelquefois aussi présente de grands dangers, tels que : altération des globules, imbibition de tous les tissus et par suite modification de leur résistance, action qui se produit surtout et en premier lieu sur les capillaires. Il en est tout autrement des solutions des sels alcalins : car les albuminoïdes, — en particulier la sérine, — ne conservent leurs propriétés chimiques utiles à la vie qu'unis à ces sels. Ceux-ci sont conservateurs et en quelque sorte gardiens de la forme et des propriétés des globules sanguins. De tous ces sels le chlorure de sodium est de beaucoup le plus conservateur ; et cela surtout dans les proportions de 0,50 à 0,60 %. La véritable solution au titre dit physiologique, c'est-à-dire le vrai sérum artificiel, sera donc la solution suivante :

Chlorure de sodium.....	6 grammes.
Eau stérilisée.....	1000 —

Comment toutefois la faire pénétrer dans la circulation générale? Deux voies sont possibles qui

[1] B. Danilewsky : Sur l'influence de la lécithine sur la croissance et la multiplication des cellules. *Comptes rendus Acad. Sc. Paris*, 30 décembre 1895.

toutes deux donnent d'excellents résultats, mais peuvent rencontrer des indications différentes : la voie sous-cutanée et la voie intra-veineuse. Par la voie sous-cutanée il s'agit de profiter de l'absorption fort rapide du tissu cellulaire et donner ainsi une sorte de réserve liquide à l'organisme. Le tissu cellulaire, en effet, vient, comme vitesse d'absorption après la muqueuse respiratoire. Par la voie intra-veineuse on lance immédiatement dans la circulation une quantité d'eau salée qui peut être beaucoup plus considérable et qui dilue immédiatement le plasma. Dans le premier cas on injecte des doses relativement faibles, 400 à 500 grammes au plus; dans le second cas on peut injecter des doses considérables deux, trois, quatre litres et même plus en 24 heures.

D'ailleurs, Schwartz[1] en 1881 fit une série d'expériences qui toutes tendaient à démontrer l'innocuité d'une part, les bons résultats, de l'autre, du sérum artificiel. Il employa la solution dite physiologique, à la température de 38 à 40°, proportionnelle à la masse sanguine avec ou sans saignée préalable. La masse du sang était calculée à raison de $\frac{1}{18}$ du poids du corps pour les lapins et à $\frac{1}{13}$ pour les chiens; le tout exprimé en centimètres cubes et au poids spécifique de 1,055. L'eau, stérilisée avant chaque opération, était filtrée soigneusement et injectée au moyen d'une seringue dans la jugulaire, la carotide ou l'artère fémorale en direction centripète. Ainsi se trouvaient expérimentées les diverses possibilités d'injections soit intra-veineuses, soit intra-artérielles.

Schwartz put ainsi démontrer :

1° Qu'une injection, faite en trois ou quatre minutes, de sérum en quantité égale à la moitié de la masse sanguine, sans saignée préalable, est *sans aucun inconvénient* pour l'organisme;

2° Que l'*injection est très efficace*, puisque son action est immédiate;

3° Qu'elle est en état de relever la pression intravasculaire abaissée par une perte de sang subite et abondante, cette perte fût-elle même importante, au point d'atteindre la moitié ou les trois quarts du volume total de la masse sanguine; qu'elle rend, par conséquent, sensible le pouls disparu des grandes artères et qu'elle peut faire cesser provisoirement et même définitivement les symptômes de l'anémie aiguë;

4° Enfin, qu'un lapin peut vivre avec un tiers seulement de son sang, pourvu qu'on injecte une quantité de liquide proportionnelle, ou que la masse nouvelle soit égale aux $\frac{3}{5}$ au moins de la quantité normale.

[1] Schwartz : Th. d'agrégation à la Faculté de Halle, juillet 1881.

En 1888, MM. Dastre et Loye[1] reprirent la question et prouvèrent expérimentalement que les quantités injectables sont considérables et qu'elles dépendent essentiellement de l'élimination. Ils arrivèrent ainsi aux conclusions suivantes, que nous leur empruntons :

1° On peut faire pénétrer successivement, dans les veines d'un animal, des quantités considérables de la solution physiologique salée *sans provoquer aucun trouble apparent immédiat ou consécutif*. On peut dépasser les $\frac{2}{3}$ du poids de l'animal.

2° L'expression de *dose toxique* n'a pas de sens en ce qui concerne la solution salée. Il y a seulement une *vitesse toxique*, vitesse qui est supérieure à 3, c'est-à-dire que la quantité de solution introduite ne doit pas dépasser 3 centimètres cubes par minute et par kilo d'animal.

3° L'innocuité de l'injection exige des conditions extrinsèques, telles que vitesse modérée et quantité moyenne, et des conditions intrinsèques, qui sont le bon état des organes, spécialement du rein.

4° Si ces conditions ne sont point remplies, l'animal succombe plus ou moins vite.

5° L'élimination urinaire est parallèle à l'introduction du liquide; à partir d'un certain moment, la quantité qui pénètre est équilibrée par la quantité qui sort.

6° Il existe un mécanisme régulateur de la quantité d'eau de l'organisme qui entre en jeu lorsque la quantité d'eau salée injectée est égale à la quantité du sang avant l'expérience et qui permet de rejeter immédiatement le surplus.

7° La quantité de l'eau de l'organisme est égale au poids de l'animal et paraît se partager en deux portions. Une portion, qui équivaut à environ 25 °/₀ du poids, reste dans l'appareil circulatoire pendant tout le temps de l'expérience et ne s'élimine définitivement que plus tard. Une seconde portion, égale à environ 75 °/₀ du poids, se dépose momentanément dans les séreuses et les tissus, mais pour s'en échapper plus tard.

8° Lorsque l'animal est revenu à la condition normale, l'injection d'eau salée physiologique n'a produit autre chose qu'un lavage proprement dit du sang et des tissus.

Il y a, dès lors, ce que M. Delbet a appelé, depuis, l'hématocatharsie, amenant la possibilité d'une élimination rapide des toxines par les reins, d'une part, l'intestin et la peau, de l'autre.

En effet, dans tous les cas où le traitement a pu être expérimenté, on a noté trois phénomènes consécutifs frappants : *des frissons*, *une sensation de bien-être* et un *abaissement de la température*.

[1] Dastre et Loye : Travail du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, publié dans les *Archives de Physiologie normale et pathologique*, 1888, p. 93.

Le frisson se produit de 15 minutes à deux heures après l'injection. La sensation de bien-être, comme la chute de la température, se produisent beaucoup plus rapidement.

Les injections intraveineuses de sérum jouissent donc de propriétés antitoxiques d'une part, antithermiques de l'autre. Et, de plus, les quantités, injectables sans danger, sont considérables, puisque M. Lejars a pu en injecter, en plusieurs fois pendant cinq jours à un malade, la quantité énorme de 26 litres, et qu'il a réussi ainsi à sauver un jeune malade atteint de rupture intestinale par contusion de l'abdomen et véritablement mourant.

Étant donnée l'innocuité du sérum artificiel prouvée expérimentalement, son emploi peut être préconisé dans toutes les infections, dans les anémies aiguës post-opératoires, dans les accidents chloroformiques, dans les intoxications diverses, dans l'asphyxie par immersion, dans l'éclampsie puerpérale.

Si l'on veut agir rapidement et à doses massives, si l'on veut faire un véritable lavage du sang, on procédera par injections intra-veineuses. Si l'on veut agir plus lentement, donner en quelque sorte un soutien à l'organisme, on procédera par injection dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Le manuel opératoire dans les deux cas est extrêmement simple :

Pour faire une injection dans le tissu cellulaire sous-cutané, il suffit d'avoir une seringue quelconque préalablement stérilisée et munie d'une aiguille bien effilée. On fait pénétrer l'aiguille à la base d'un pli cutané en la dirigeant le plus loin possible du derme, là où le tissu cellulaire est le plus lâche, de manière à permettre le maximum de distension du tissu. L'injection est faite assez lentement. Quant à l'endroit choisi, il importe relativement peu. Cependant les points qui tolèrent le mieux les injections sont les fesses et le sillon placé derrière le grand trochanter. Les points qui absorbent le plus vite sont les tempes, les joues, l'épigastre et la partie antérieure du thorax. Ceux qui absorbent le moins sont la jambe, le pied et le dos. On choisira généralement soit la fesse, soit l'épigastre.

Pour faire une injection intra-veineuse, le manuel opératoire est presque aussi simple. On choisit une veine suffisamment volumineuse et accessible. Les veines du pli du coude ou la saphène interne au niveau de la malléole remplissent toutes les conditions voulues. On fait une légère incision qui met la veine à nu, puis on y introduit un petit trocart fixé à un tube de caoutchouc bouilli, lui-même surmonté d'un simple entonnoir de verre facilement stérilisable. Il suffit de monter l'entonnoir à une hauteur variable pour augmenter la pression et régulariser le débit de sérum dans la veine. L'écoulement s'arrête et se règle à volonté en pinçant plus ou moins fortement avec la main le tube de caoutchouc. Une hauteur de 1 m. 50 à 2 mètres est également suffisante, et la moindre sensation de douleur, une gêne de la respiration ou bien encore une modification notable de la circulation transmise par le pouls doivent aider à régler la vitesse du sérum, dont le débit peut être, au besoin, momentanément suspendu. La seule précaution absolument importante à prendre est d'empêcher l'air d'entrer dans la veine; pour cela, il suffit de laisser s'écouler quelques gouttes de liquide de trocart avant de l'introduire au commencement de l'opération, et vers la fin surveiller attentivement le liquide pour cesser l'injection avant que le sérum soit complètement épuisé.

En résumé, la solution de chlorure de sodium dans l'eau stérilisée peut être introduite impunément dans l'organisme. Elle rend de grands services toutes les fois que la pression intra-vasculaire doit être augmentée ou que l'élimination des toxines doit être favorisée. Deux voies d'introduction sont facilement praticables : la voie sous-cutanée et la voie intra-veineuse. L'une et l'autre de ces voies sont d'un maniement facile. Il suffit d'être d'une propreté rigoureuse et de n'introduire dans l'organisme aucun germe septique. Ce moyen de thérapeutique semble être appelé à donner de grands résultats, d'autant meilleurs que l'on peut avoir facilement sous la main tout ce qui est nécessaire, voire même dans les campagnes les plus éloignées. Une récipient en verre muni d'une ouverture et préalablement flambé à l'alcool, ainsi qu'un tube de caoutchouc bouilli pendant quelques instants et muni d'une aiguille-trocart quelconque, mais avant tout bien flambé, suffisent largement. Quant à la solution ? De l'eau bouillie pendant un quart d'heure et additionnée de sel de cuisine dans une proportion approximative de 6 à 7 °/₀₀ suffit pour intervenir. N'y a-t-il pas là vraiment un mode de traitement facile et pratique, à la portée de tous ?

Maurice Fontoynont,

Interne des hôpitaux.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

La science astronomique embrasse aujourd'hui des branches si nombreuses et si diverses, les méthodes nouvellement découvertes sont encore si neuves et si fécondes, les instruments que nos artistes mettent à notre disposition sont à la fois si parfaits et si puissants, que rien ne limite l'étendue et la fécondité des champs ouverts à l'activité de ceux qui veulent travailler à cette grande œuvre de la connaissance de l'Univers.

Tous trouvent devant eux des voies nouvelles et fécondes; tous peuvent rapporter une belle moisson. C'est là ce qui a été universellement compris. Aussi, le nombre des branches de l'Astronomie cultivées avec ardeur et succès est-il aujourd'hui si considérable que les travaux et les progrès réalisés dans une année de notre époque, représentent peut-être ceux d'un siècle entier des temps anciens, et qu'il serait matériellement impossible d'en donner une analyse, même succincte, dans le cadre étroit d'un article. Bornons-nous donc à esquisser la physionomie générale de ces récents travaux si fertiles en résultats, et qui ont fait avancer la science d'un pas si rapide et si sûr.

I. — Astronomie mathématique.

C'est d'abord l'Astronomie mathématique. Cette belle branche trouve dans la précision des observations actuelles des moyens de perfectionner ses hautes théories. Tandis que Le Verrier a trouvé un successeur, en Amérique, dans l'éminent M. Newcomb, M. Tisserand chez nous s'efforce de continuer Laplace, et il est dignement suivi dans cette voie par M. Callandreau. M. Tisserand vient de terminer son grand traité de Mécanique céleste. M. Newcomb nous donne les tables du Soleil, de Mercure et de Vénus. M. Hill, qui partage avec lui ce grand labeur, publie les tables de Jupiter et de Saturne. Déjà, nous avions, de M. Newcomb, un ouvrage de haut prix : *Les éléments des quatre planètes intérieures et les constantes fondamentales de l'Astronomie*, ouvrage qui résume les travaux de l'auteur pendant les dix-huit dernières années. Ces importants travaux de M. Newcomb complètent et étendent l'œuvre de Le Verrier, en la confirmant dans ses grandes lignes. Il est remarquable que la difficulté qui avait arrêté Le Verrier à l'égard du périhélie de Mercure et qui le conduisit à admettre l'existence de planètes intra-mercurielles, ainsi qu'il m'en a souvent entretenu, s'est rencontrée encore sous la plume de M. Newcomb. Pour lever cette difficulté si persistante, le Professeur Hall propose de toucher très légèrement à la loi newtonienne, en augmentant l'exposant 2 (exprimant le carré de la distance) de 1612 dix-billionièmes d'unité.

Nous pensons que c'est une chose bien grave que de toucher à la loi de Newton, et surtout il ne nous paraît pas qu'on puisse le faire en s'appuyant sur les mouvements d'une planète circulant aussi près du Soleil. En effet, les régions circumsolaires nous sont encore presque inconnues. Sans admettre l'existence des planètes intra-mercurielles, que les observations de l'éclipse totale de 1883, à Caroline, et celles des éclipses subséquentes ne semblent pas confirmer, il paraît très probable qu'il existe dans ces régions de la matière sous une forme et dans une dépendance du Soleil qui nous sont inconnues. Nous pensons donc que c'est par des études rentrant dans le cadre de l'Astronomie physique et en profitant surtout des circonstances favorables que nous offrent les éclipses totales, qu'on trouvera le nœud de la difficulté et qu'on acquerra une connaissance plus exacte de la constitution physique de ces régions circumsolaires.

Si les grandes planètes de notre système solaire offrent toujours à la Mécanique céleste un beau sujet d'études, les petites planètes, dont le nombre augmente si rapidement (nous en connaissions près de 400 à la fin de 1894, et le nombre s'est accru d'une douzaine cette année), fournissent aussi une ample matière aux travaux des calculateurs pour la détermination des éléments de leurs orbites, c'est-à-dire pour faire leur état civil, suivant une expression pittoresque de Le Verrier. Ces travaux sont, du reste, indispensables si l'on veut mettre de l'ordre et obtenir des identifications sûres parmi tant d'astres si voisins. On ne saurait donc trop encourager ceux de nos collègues qui sont en état d'aborder ces calculs, à les entreprendre. Notre Académie des Sciences, qui a déjà récompensé parmi nos nationaux M. Coniel, calculateur au Bureau des Longitudes, pour des travaux de ce genre, sera toujours heureuse d'étendre à cet égard ses récompenses et ses encouragements.

Du reste, ces travaux peuvent révéler des circonstances imprévues dignes d'attirer l'attention des Géomètres, ainsi que cela s'est produit récemment entre les mains de MM. Gilden, Tisserand et Callandreau.

On s'est demandé si, en raison même de la méthode actuellement suivie pour la découverte de ces astéroïdes, c'est-à-dire de la méthode photographique employée avec tant de succès par MM. Wolf et Charlois; on s'est demandé, dis-je, si

la récolte ne serait pas bientôt épuisée. Sans doute l'appareil photographique donne sur la plaque tout ce qui, dans son champ, peut être atteint par son pouvoir photographique; mais, si l'on augmente cette puissance, dans laquelle nous comprenons le pouvoir optique, le temps de pose, la sensibilité de la plaque, etc., on pourra atteindre une nouvelle classe d'astres plus petits ou moins lumineux. Mais, pour continuer avec succès dans cette voie, on sera bientôt conduit à l'emploi des stations élevées, car l'atmosphère est le grand obstacle en photographie.

Ces travaux permettront d'élucider une importante question, à savoir si cet anneau de petites planètes comprend des corps descendant jusqu'aux plus petites dimensions, ou bien si ces dimensions s'arrêtent à une limite déterminée. Il faudra encore se demander si ces planètes minuscules possèdent des atmosphères, et quelle est la nature des gaz qui pourraient les entourer. Voilà donc, de ce côté encore, bien des travaux en perspective et d'intéressants résultats à obtenir.

II. — Astronomie solaire, lunaire, planétaire et stellaire.

La photographie des petites planètes, qui est une branche de la Photographie céleste, nous conduit naturellement à celle du Soleil, de la Lune, des étoiles. Celle du Soleil a fait à Meudon un dernier progrès. Les photographies solaires obtenues dans les conditions les plus favorables, montrent que les facules et même les stries des pénombres, sont formées par les éléments granulaires comme le reste de la surface solaire. En sorte qu'on peut dire que le grain ou le petit nuage photosphérique est un élément de la phostophère, comme la cellule est celui des tissus organisés. Ces éléments granulaires sont fort petits, ils peuvent descendre en diamètre jusqu'à un ou deux dixièmes de seconde. Il faut, il est vrai, des circonstances atmosphériques bien exceptionnellement favorables pour obtenir ces révélations sur la constitution de la surface solaire. Le premier volume des *Annales de l'Observatoire de Meudon*, qui va paraître incessamment, contiendra un mémoire sur ce sujet.

L'activité solaire — si l'on admet pour sa mesure, ce qui est loin d'être irréprochable, le nombre et l'étendue des taches constatées à sa surface, — a continué de décroître, pendant l'année 1895, quoique assez faiblement, et cette diminution a été plus marquée pour l'hémisphère sud. Les taches se sont tenues dans les basses latitudes. Dans l'ordre de ces travaux, il convient de citer, avec ceux accomplis en Italie, en Amérique et en Allemagne, ceux de M. Guillaume, de l'Observatoire de Lyon, qui suit avec assiduité et talent ces phénomènes.

Les protubérances ont subi également une diminution de leur manifestation, et cette diminution a été plus sensible pour l'hémisphère sud. M. Tacchini et quelques autres observateurs ont assigné les parallèles de 50 à 55° Nord et Sud comme limite n'ayant pas été dépassée pour ces manifestations protubérantielles.

Parmi celles-ci, les protubérances métalliques ont été relativement nombreuses, suivant les observations de M. Evershed. Enfin M. Hale, qui applique avec tant de talent et de succès, dans son grand spectrographe, le principe du spectroscope à deux fentes, que j'ai proposé en 1869, et que je suis très heureux de voir si bien utilisé, a obtenu de belles photographies de ces phénomènes faculaires et protubérantiels. Il a pu relever une protubérance dont la hauteur atteignait plus de 10 minutes, c'est-à-dire 1/3 du diamètre solaire, ce qui approche beaucoup du maximum de hauteur observé jusqu'ici.

Ces études sur les taches, et toutes les manifestations extérieures de l'activité solaire ont une immense importance; aussi, ne saurions-nous trop engager les astronomes à les entreprendre et à imiter M. Schmoll, qui a montré une si louable persévérance à cet égard, persévérance qui sera certainement récompensée.

Je dois citer, comme se rapportant à ce sujet, la publication du dixième volume des *Annales de l'Observatoire de Potsdam*, qui contient les dernières publications du Professeur Spörer, observations qui embrassent une période de neuf années, 1884 à 1893. C'est une précieuse contribution à ces études.

La Photographie céleste et l'Analyse spectrale, qui sont aujourd'hui comme les deux bras de l'Astronomie physique, vont avoir à jouer encore un rôle spécial et important le 9 août prochain. On sait, en effet, qu'une éclipse totale, dont la ligne centrale de totalité part du nord du Japon pour aboutir vers le Cap Nord en passant par la Sibérie, préoccupe actuellement les nations savantes. Le Bureau des Longitudes a demandé au Gouvernement de confier à M. Deslandres la mission de représenter la France au Japon, où une importante expédition anglaise va se rendre. Les succès de M. Deslandres au Sénégal, les travaux antérieurs accomplis par cet astronome-physicien, ceux de cette année sur la clévéite et sur les anneaux de Saturne, où la constitution de ces anneaux a été mise en évidence par une observation aussi ingénieuse que probante, tous ces travaux, dis-je, nous sont un sûr garant de la réussite de cette importante mission. Accompagnons donc M. Deslandres de nos vœux, et que le Ciel les entende et les exauce.

Nous souhaitons également le succès à un voyage d'un ordre tout différent. C'est celui de M. Andrée, qui se propose de passer au-dessus du Pôle Nord au moyen d'un ballon.

Je connais la question des voyages aéronautiques, les difficultés et les dangers qui les entourent. Ces dangers seront, dans cette circonstance, accrus dans une proportion inconnue en raison de l'inhospitalité des régions dans lesquelles le ballon atterrira bien probablement. Mais, en présence de la résolution si ferme et si arrêtée de M. Andrée, je ne puis qu'admirer son courage et celui de ses compagnons et leur souhaiter ardemment le succès. Si le vers du poète : *Audaces fortuna juvat*, fut jamais d'une application désirable et souhaitable, c'est bien à l'égard de cette héroïque entreprise.

J'avoue, que, témoin depuis si longtemps déjà des tentatives si courageuses, mais toujours si infructueuses, qu'on a faites pour parvenir au Pôle, je m'étais formé une toute autre opinion sur la marche à suivre pour résoudre le problème. Au lieu de vouloir parvenir au but en une ou deux campagnes, j'aurais voulu qu'on attaquât le problème méthodiquement, en créant successivement des stations d'approche bien reliées entre elles et au point de départ. On fonderait une station en la munissant non seulement de tout ce qui est nécessaire pour y vivre en sécurité, mais encore pour y faire les observations, qui sont, en somme, le principal but de ces expéditions. Cette station deviendrait bientôt un point de départ pour en créer une nouvelle plus avancée, et l'on réaliserait ainsi peu à peu la conquête sûre et durable de ces régions polaires qui nous appartiendraient depuis longtemps si, au lieu de vouloir les atteindre d'un coup, on en avait fait le siège patient et méthodique. Je ne puis ici développer plus longuement mes idées à cet égard ; j'aurai peut-être l'occasion d'y revenir, car il y a là un intérêt géographique et scientifique de premier ordre.

Dans l'ordre de la Photographie céleste, je rappellerai encore le grand succès obtenu par MM. Lœwy et Puiseux avec la Lune. Cette année, ces savants ont continué leurs belles recherches et se sont attachés surtout à perfectionner la reproduction des clichés.

Quant à la carte du Ciel, la prise des clichés et les travaux immenses de réduction qu'ils nécessitent continuent régulièrement leur cours. Une réunion des astronomes intéressés vient de se tenir dans ce but à Paris.

L'année 1895 n'a pas été très riche en découvertes cométaires. A citer celle de Swift, encore visible au commencement de l'année et dans les grands instruments seulement; il y aura à décider la question de son identité avec celle de Vico 1884, I.

Cette comète est la première découverte en 1895 (le 20 août). Les observations permettent non seulement de lui attribuer un caractère périodique, mais même d'affirmer avec grande probabilité son identité avec celle de Lexell, quoique le critérium de M. Tisserand ne soit pas absolument satisfaisant pour les deux astres.

Le mois de novembre a amené deux découvertes de comètes, celle de M. Perrine, le 17, à l'Observatoire de Lick, et celle de M. Brooks, le 21 du même mois. La question de l'identité de cette dernière avec celle de 1652 a été posée.

Il en est de même à l'égard des étoiles filantes et surtout des météorites, dont les apparitions ont été accompagnées de circonstances qui soulèvent d'importants problèmes de Mécanique, de Physique et de Chimie célestes.

Signalons, en passant, le bel ouvrage de M. Stanislas Meunier, auquel on doit de si intéressants travaux sur ces questions.

On sait que, parmi les questions qui préoccupent le monde astronomique et qui restent encore en suspens, celle de la durée de la rotation de Vénus occupe le premier rang. M. Schiaparelli lui assigne une durée de rotation égale à celle de sa révolution sidérale. Cette conclusion, qui avait d'abord rencontré beaucoup d'incrédulité, semble rallier à peu près l'assentiment des observateurs. Du moins, c'est à cette conclusion que les dernières observations très soignées de M. Perrotin au Mont-Mounier le conduisent. Il est vrai que M. Léo Brenner maintient toujours son opinion en faveur d'une rotation diurne tellurique. Il est évident que l'opacité de l'atmosphère de Vénus rend ces observations très difficiles. Nous avons rencontré les mêmes difficultés dans l'analyse spectrale de l'atmosphère de Vénus pour la constatation de la vapeur d'eau qui y existe.

La planète Mars, dont la constitution de la surface donne lieu également à de grandes divergences d'opinion, a été étudiée cette année avec le plus grand soin et dans d'excellentes conditions par M. Lowell. Ici encore les faits annoncés par M. Schiaparelli se confirment de plus en plus. M. Lowell a fait une étude très soignée sur la visibilité des canaux en rapport avec les saisons de Mars, et arrive à cette conclusion que le développement des canaux s'accentue d'une manière notable avec le retour de l'été de la planète, fait qui tendrait à faire admettre pour ces canaux une origine en rapport avec une végétation et, par conséquent aussi, que l'eau joue un grand rôle dans ces manifestations. L'eau ferait donc partie de l'at-

mosphère de la planète, ainsi que nous l'avons annoncé dès 1867.

M. Bigourdan nous a donné cette année une belle série de mesures d'étoiles doubles. L'étude des étoiles variables constitue un champ du plus haut intérêt pour l'astronome physicien. C'est par des études très persévérantes d'Analyse spectrale qu'on arrivera à pénétrer la cause de ces phénomènes si curieux de variabilité d'éclat.

L'Analyse mathématique pourra ensuite s'emparer des résultats obtenus et en tirer de belles conséquences. A cet égard, je citerai les résultats remarquables obtenus par M. Tisserand pour l'explication de certaines anomalies dans la variation d'éclat d'Algol.

III. — Astronomie terrestre.

Pendant l'année 1895, on a continué naturellement à s'occuper de la question de la variation des latitudes.

La Société Royale Astronomique de Londres a décerné à l'astronome américain M. Chandler sa médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux sur ce sujet.

En France, à part M. Gonessiat, nous nous sommes à peu près désintéressés de la question. Cependant, M. Brunner a construit un instrument destiné à ces études, et dont le principe a été arrêté par le Bureau des Longitudes. On peut dire que la question est encore fort obscure. Il ne ressort en aucune façon, des observations, que l'extrémité de l'axe terrestre, si des mouvements sont réellement constatés, décrive une courbe fermée, et que le mouvement soit périodique.

Il est évident qu'il faut des observations instituées dans des conditions toutes spéciales, comme rigueur et choix des stations, pour élucider cette obscure question.

M. Forster, président de la XIe Conférence de l'Association internationale de Géodésie, a publié dans cette *Revue* un article sur ce sujet [1]. Il y a exposé la nécessité de nouvelles observations faites dans de petits observatoires spéciaux avec des instruments appropriés et un choix judicieux des stations au double point de vue de leur position et de la pureté de l'atmosphère. On ne peut que désirer la réalisation de ces propositions afin de décider définitivement une question aussi importante et qui ne peut rester en suspens.

Relativement à la Physique du globe, nous aurions à signaler les déterminations d'intensité de pesanteur faites dans les Alpes, en Autriche, puis celles que M. Bigourdan a, sur notre demande et avec notre concours, exécutées dans le massif du mont Blanc et dont il rendra compte. Il est très désirable que ces déterminations sur la pesanteur se généralisent : avec les mesures de magnétisme, elles forment des éléments indispensables aux études géologiques et géodésiques.

Je viens de parler du mont Blanc. Cette année nous comptons compléter l'installation des instruments : le météorographe et la grande lunette de 12 pouces. On doit y faire des observations sur le rayonnement solaire, et M. Bigourdan pourra obtenir, je l'espère, une détermination de l'intensité de la pesanteur au sommet.

IV. — Conclusion.

Tel est le résumé bien incomplet des travaux astronomiques de l'année écoulée. Je prie tous les astronomes et physiciens que je n'ai pas pu citer de m'excuser. Ce petit résumé n'est qu'une esquisse et non une analyse méthodique de tous les travaux récents.

Cette esquisse est néanmoins suffisante pour nous montrer toute la richesse des méthodes qui sont mises aujourd'hui à la disposition des travailleurs. Et cependant nous ne sommes en quelque sorte qu'à l'aurore des applications d'ordre physique à l'Astronomie. La Photographie ne s'est faite jusqu'ici que par des rayons limités au sceptre visible et ultra-violet ; il faut en étendre l'usage à un spectre trois ou quatre fois plus étendu, et on réalisera une nouvelle moisson de découvertes.

L'Analyse spectrale, elle aussi, n'est qu'à ses débuts. Malgré les résultats considérables obtenus, on peut dire qu'elle n'en est encore qu'à la méthode empirique. Elle constate la présence d'un corps par le système des rayons émis ou absorbés par ce corps, mais elle ignore encore les relations analytiques qui unissent ces rayons entre eux. Il y a là à faire, dans l'ordre des radiations, des découvertes parallèles à celles de Kepler et Newton.

Il y a encore à pousser l'étude des rapports de la Lumière, de l'Électricité, du Magnétisme. De ce côté encore, on pressent de grandes découvertes de synthèse et de généralisation.

Voilà, pour nos jeunes savants, de sublimes études en perspective. Je souhaite que la France y prenne une part digne de son passé et des grands Géomètres qui, chez elle, ont continué Kepler et Newton.

J. Janssen,
de l'Académie des Sciences,
Directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique.

[1] Voyez Forster : Déplacements de l'axe de rotation de la Terre, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 septembre 1894, t. V, p. 682 à 684.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LE CONCOURS OUVERT PAR LA VILLE DE PARIS POUR L'ÉPURATION ET LA STÉRILISATION DES EAUX DE RIVIÈRE DESTINÉES A LA BOISSON.

Depuis bien des années la Ville de Paris, au prix de sacrifices considérables, a cherché à s'assurer de l'eau de source en quantité suffisante pour les besoins de l'alimentation. Aux eaux de la Vanne et de la Dhuis sont venues récemment s'ajouter celles de l'Avre, et dans peu d'années viendront s'ajouter celles du Loing et du Lunain. Malgré l'abondance croissante des eaux de sources, on doit néanmoins prévoir la nécessité, à certains moments, de leur substituer l'eau de rivière. Aussi a-t-on reconnu utile de comparer soigneusement les divers procédés connus pour l'épuration des eaux de rivières. Une commission spéciale [1], nommée par arrêté préfectoral du 22 août 1894, a procédé à ce travail; nous résumons ici le Rapport qu'elle vient de publier.

Les concurrents étaient invités à donner une description de leurs procédés. Après un premier triage par les soins de la commission, les auteurs des procédés jugés acceptables devaient faire leurs essais, comme ils l'entendraient, aux frais de la Ville, à l'usine du quai d'Austerlitz, en opérant sur l'eau de Seine puisée en ce point. La seule condition imposée était de ne rien faire qui ne fût connu des membres de la Commission.

Les concurrents désireux de prendre part au concours ont envoyé 148 dossiers, parmi lesquels on a remarqué, comme il fallait s'y attendre, bien des propositions incohérentes. Après plusieurs sélections successives, il a été soumis à l'expérience 29 procédés, dont :

Action de la chaleur	4
Procédés mécaniques, filtrage	12
— chimiques	6
— mixtes	7
	29

Il convient d'examiner ces procédés au point de vue du mode de fonctionnement et de rendement des appareils, puis des résultats de l'épuration :

Au point de vue du fonctionnement même des appareils, les procédés comportant l'emploi de la chaleur ont accusé de faibles débits et un prix de revient élevé, 0 fr. 20 à 1 fr. 15 par mètre cube. Les procédés mécaniques exigent un nettoyage fréquent; on ne peut mentionner sérieusement que les filtres en porcelaine et, pour une grande agglomération, le filtrage au sable. Les procédés chimiques ne paraissent pas susceptibles d'applications pratiques. Comme procédé mixte, le filtrage au sable combiné avec une réaction chimique très simple paraît répondre aux exigences du problème.

Au point de vue chimique, les résultats ne sont pas très frappants, l'eau de Seine employée n'étant pas une eau fort impure; néanmoins on a pu constater les résultats suivants : L'action de la chaleur diminue la teneur en sels minéraux, ce qui pour l'eau de Seine est plutôt nuisible; elle diminue la teneur en oxygène, ce qui est toujours fâcheux; l'action sur la matière organique est variable. Les procédés mécaniques ne modifient pas la teneur en sels minéraux, diminuent la teneur en oxygène, et réduisent de 8 °/₀ à 3,4 °/₀ la matière organique. Les procédés chimiques tendent les uns à augmenter, les autres à diminuer la teneur en sels minéraux et en oxygène; la matière organique est réduite de 14 °/₀ à 47 °/₀. Les procédés mixtes donnent des résultats très variables pour la teneur en sels minéraux ou en oxygène; certains réduisent de 66 à 78 °/₀ la matière organique.

Au point de vue micrographique, les procédés par la chaleur donnent de bons résultats. Certains procédés de filtrage mécanique peuvent donner de bons résultats au début; mais tous s'infectent rapidement et doivent être surveillés de très près. Les procédés chimiques paraissent peu efficaces; un seul a donné des résultats dignes d'attention, mais constitue plutôt un appareil de laboratoire. Certains des procédés mixtes ont réduit de 99 °/₀ le nombre des bactéries.

En résumé, il n'existe aucun procédé d'épuration sur lequel on puisse compter sans un nettoyage et un renouvellement de la matière filtrante répétés à des intervalles variables de quelques jours à trois semaines, sans une surveillance assidue de toutes les parties de l'appareil, une analyse fréquemment répétée des eaux, et sans la possibilité d'isoler et mettre hors service toute partie défectueuse ou simplement suspecte. Pour un ménage ou une petite agglomération, caserne, lycée, etc., où cette surveillance et ces analyses sont impossibles, les procédés par la chaleur donnent seuls les garanties désirables; ils peuvent être remplacés par une simple ébullition prolongée pendant 1/4 d'heure. Pour une ville qui peut faire pratiquer les nettoyages et exercer la surveillance nécessaire, les seuls procédés pratiques sont ceux qui ont pour base le filtrage au sable, combiné ou non avec des bassins de décantation ou avec des procédés d'oxydation des matières organiques par des réactifs inoffensifs. L'un de ces procédés a donné un débit de 4 mètres cube par mètre carré et par 24 heures sous une pression de 1 mètre d'eau, avec réduction de 30 °/₀ sur la matière organique et de 99,77 °/₀ sur le nombre des bactéries. Mais les irrégularités sont encore trop grandes, et les derniers perfectionnements trop récents, pour qu'il soit possible de se prononcer définitivement. Aucun des procédés ne donne une eau comparable à l'eau de source convenablement choisie et bien captée.

P. LAURIOL,
Ingénieur des Ponts et Chaussées
attaché au Service Municipal de Paris.

[1] Cette commission était composée ainsi qu'il suit :
Président : M. Huet, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur administratif des travaux de Paris.
Membres : MM. le docteur Brousse, conseiller municipal, membre du Conseil d'hygiène; le docteur Levraud, conseiller municipal, membre du Conseil d'hygiène; Lopin, conseiller municipal; Strauss, conseiller municipal; Humblot, inspecteur général des Ponts et Chaussées, chargé de la Direction des Eaux; Bienvenue, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé du service des Dérivations; Albert-Lévy, chef du service chimique à l'Observatoire de Montsouris; le docteur A.-J. Martin, inspecteur général du Service d'assainissement et de salubrité de l'habitation; le docteur Miquel, chef du Service micrographique à l'Observatoire de Montsouris.
Secrétaire : M. Lahr, chef du Bureau des Eaux, des Canaux et de l'Assainissement.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Méray (Ch.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.* — **Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques.** *Tome II*: **Etude monographique des principales fonctions d'une seule variable.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 500 *pages* (*Prix : 14 fr.*), *Gauthier-Villars et fils. Paris*, 1896.

Le nouveau volume que M. Méray publie sur l'*Analyse infinitésimale* est presque entièrement consacré à l'introduction au calcul général, et à l'étude des fonctions particulières qui constituent, avec les polynômes entiers et les fractions rationnelles, les matériaux des principales applications de l'Analyse actuelle.

Les deux premiers chapitres ont encore pour but des propriétés de fonctions très générales, les fonctions olotropes et les fonctions méromorphes, qui sont des quotients de deux fonctions olotropes; mais l'auteur se restreint systématiquement ici aux fonctions d'une seule variable. Dans le premier chapitre, il montre la ressemblance profonde qui existe entre les fonctions olotropes d'une seule variable et les polynômes entiers, donne une démonstration remarquable et simple du théorème de d'Alembert, un procédé théorique très aisé à concevoir pour le calcul des racines d'une équation olotrope, et termine par une étude succincte, mais rigoureuse, des propriétés particulières des fonctions olotropes réelles.

Dans le second chapitre, il montre l'analogie étroite qui existe entre une fonction méromorphe et une fraction rationnelle, les formes qu'elle peut prendre par la considération de ses zéros et de ses infinis, les caractères auxquels on reconnaît qu'elle dégénère, soit en une fraction rationnelle, soit en une constante; puis il applique tous ces résultats à la discussion des phases critiques des fonctions à composantes rationnelles de fonctions simples olotropes et méromorphes, et retrouve ainsi très simplement les règles de Lhospital; il termine le second chapitre par une exposition des principales formules du calcul des résidus, et par une application importante de cette théorie particulière au problème de l'interpolation énoncé d'une façon générale.

C'est au chapitre III que commence la monographie des fonctions simples. Ce chapitre, qui renferme l'étude de la fonction radicale simple, est, sans contredit, l'un des plus remarquables du volume; je le considère comme l'un des plus beaux exemples de netteté, de rigueur et de logique que j'aie rencontrés dans la lecture d'ouvrages mathématiques. Je ne saurais trop encourager le lecteur à en approfondir l'esprit et la méthode : car, plus loin, dans le chapitre V, les mêmes procédés et les mêmes raisonnements réapparaissent pour l'édification de la théorie du logarithme népérien.

L'auteur définit la fonction radicale simple comme étant la fonction implicite de x qui satisfait à l'équation $u^m = x^n$, dans laquelle m et n sont des entiers positifs ou négatifs, le premier pouvant, d'ailleurs, toujours être supposé positif. La théorie des fonctions implicites exposée dans le premier volume, lui permet d'affirmer l'existence d'une fonction de x vérifiant cette équation, et qui est olotrope dans toute aire fermée, à contour simple, ne contenant pas l'origine, mais renfermant le point initial x_0, pour lequel on a la valeur acceptable non nulle u_0 ($u_0^m = x_0^n$). Le calcul des dérivées successives de cette fonction est immédiat, et la formation du premier développement en série de la fonction u en découle. En s'appuyant sur le cheminement et sur la relation identique $u^m = x^n$, l'auteur aperçoit aisément les diverses propriétés de cette fonction. Il étend alors, par identification toutes ces propriétés à une fonction nouvelle, plus générale que la précédente, qui prend la valeur 1 pour $x = 1$, et qui est représentée par la même série que celle-ci, où l'on remplace toutefois $\frac{x - x_0}{x_0}$ par $x - 1$, et le nombre fractionnaire $\frac{n}{m}$ par un nombre quelconque, réel ou imaginaire. Puis, il étudie l'influence des divers chemins qui conduisent du point $x = 1$ au point quelconque $x = x_0$; il montre que chacun d'eux se ramène à un chemin simple déterminé, allant du point 1 au point x_0, précédé d'un certain nombre d'anneaux directs ou rétrogrades autour de l'origine; l'influence d'un anneau direct est toujours la même, quelle que soit sa forme : il a pour effet de multiplier la valeur initiale de la fonction sur cet anneau, par une constante Φ; chaque anneau rétrograde introduit le facteur $-\frac{1}{\Phi}$. Il ne reste plus alors à l'auteur qu'à étudier les propriétés de ce multiplicateur et le moyen de l'évaluer numériquement. Il en déduit la résolution des équations binômes, et termine le chapitre III par une application des résultats ainsi trouvés à la représentation complète des fonctions qui satisfont à l'équation $u^m - x^n = 0$.

Le chapitre IV, consacré à l'étude des phases critiques des fonctions implicites, définies par une équation olotrope en x et u, fournit une application immédiate du symbole radical que l'auteur vient d'introduire. M. Méray montre, en effet, que si l'on a: $f(x_0, u_0) = 0$, $\frac{df}{du}(x_0, u_0) = 0$, les fonctions satisfaisant à l'équation $f(x, u) = 0$, et se réduisant à u_0 pour $x = x_0$, sont représentables par des séries entières en $x - x_0$ ou en $(x - x_0)\frac{1}{v}$. Le procédé employé est tout à fait élémentaire : c'est la méthode des coefficients indéterminés.

Pour abréger, nous indiquerons seulement la méthode que l'auteur emploie constamment dans l'étude de l'exponentielle, des fonctions circulaires et des fonctions elliptiques : il s'occupe d'abord des intégrales qui donnent les fonctions inverses de celles-ci, le logarithme, l'arc tangente, l'arc sinus, etc., et les intégrales elliptiques, puis il en déduit, par inversion, les propriétés des fonctions antérieurement citées. C'est la méthode qui a conduit aux fonctions elliptiques, et permis d'en faire une première étude; c'est la méthode rationnelle, quand on se place au point de vue analytique pur. A la vérité, l'auteur n'applique complètement cette méthode d'investigation qu'au logarithme et à l'exponentielle; mais cela tient, d'une part, à ce que les intégrales circulaires s'expriment à l'aide du logarithme et que, pour elles, le problème d'inversion et l'étude de leurs propriétés se traitent immédiatement par l'emploi du symbole exponentiel; d'autre part, à ce qu'il est préférable, une fois la considération des fonctions doublement périodiques introduite en analyse par l'inversion de l'intégrale elliptique, d'édifier une théorie générale de ces fonctions et d'y appuyer la théorie des fonctions elliptiques.

Le chapitre V est consacré au logarithme et à l'exponentielle; le chapitre VI, aux fonctions circulaires.

Le chapitre VII renferme, dans sa première partie, une très belle étude des fonctions unipériodiques polarisées. M. Méray, à qui est due cette notion de polarité, a écrit à cet endroit des pages qui sont parmi les plus élégantes et les plus nettes de celles qui composent

son remarquable ouvrage. Ces pages ont, d'ailleurs, à notre point de vue, une importance exceptionnelle : car, outre l'intérêt propre que présentent les fonctions unipériodiques polarisées, il y a là une excellente préparation au chapitre IX, où se trouve exposée la théorie générale des fonctions bipériodiques.

Dans la seconde moitié du chapitre VII, l'auteur construit à l'aide de développements en séries de fractions simples ou de produits infinis des fonctions unipériodiques polarisées, qui lui servent à exprimer toutes les autres, et qui se ramènent très simplement aux fonctions circulaires. Cette partie, très importante en soi, est aussi une préparation excellente à la lecture du chapitre X, où les mêmes questions se présentent relativement aux fonctions bipériodiques.

Le manque de place nous oblige à restreindre encore cette analyse déjà trop rapide, et nous devons nous borner maintenant à indiquer l'emploi des chapitres que nous n'avons pas encore signalés.

Le chapitre VIII est consacré à l'étude de l'intégrale elliptique de première espèce, l'auteur y construit par inversion deux fonctions doublement périodiques $E(x)$ et $E_\infty(x)$, qui ne sont pas essentiellement distinctes ; puis viennent les chapitres IX et X, dont nous avons parlé plus haut, et qui sont consacrés aux fonctions bipériodiques générales. Les chapitres XI et XII renferment une théorie particulière des fonctions elliptiques canoniques, où sont exposés les résultats essentiels, et le chapitre XIII termine le second volume par une exposition suffisamment étendue de la théorie des intégrales Eulériennes, et basée, comme tout ce qui précède, sur la considération des séries entières.

Nous espérons que ce compte rendu sommaire, si imparfait qu'il soit, entraînera cependant ceux de nos lecteurs qui s'intéressent particulièrement aux mathématiques, à étudier le second volume du grand ouvrage de M. Méray. Ceux qui ont lu le premier volume en verront ici une très belle application théorique, car le second volume tout entier est une suite d'applications des théories générales contenues dans le premier ; il montre combien sont fécondes les idées de l'auteur, et combien sont solides les bases sur lesquelles il appuie sa théorie des fonctions.

M. Méray est un mathématicien à l'esprit ample et profond ; personne, parmi ceux qui cultivent sérieusement les sciences mathématiques, ne peut ignorer les beaux travaux qu'il a faits. Quant à moi, qui, personnellement, ai si peu de titres à parler de pareils travaux, je n'ajouterai plus qu'un mot à ce que je viens de dire : c'est le souhait que l'illustre auteur nous donne prochainement le troisième volume de sa grande théorie. E. Humbert.

2° Sciences physiques.

Le Dantec (L. M.), *Professeur de Sciences à Tréguier.* — **La Physique de l'Electricité.** — *1 vol. in-8° de 336 p. avec 200 figures. (Prix : 7 fr.). J. Michelet, éditeur, 25, quai des Grands-Augustins. Paris*, 1896.

A l'étendue près, cet ouvrage rappelle les dissertations du doux philosophe Alphonse Allais. Souvent aussi divertissantes, celles que nous offre l'auteur ont, en plus, le mérite d'une indiscutable conviction. A-t-il su la faire partager à son éditeur ? On pourrait en douter, car, comme le dit le prospectus, « il va au fond des choses, et si elles ne sont pas telles qu'il nous les dépeint, elles pourraient, au moins, être ainsi. »

L'idée dirigeante de l'ouvrage est la théorie électrothéologique, à laquelle l'auteur se rattache, et qu'il expose avec beaucoup de généralité.

Niant l'existence des atomes tels qu'on les conçoit ordinairement, il en donne cette définition : « Ce sont des êtres simples, sans parties, voilà tout. Ils (les philosophes) ne pensent pas à donner la moindre petite propriété essentielle à ces pauvres petits êtres. »

Evidemment, ces pauvres petits êtres sont fort à plaindre ; mais il eût peut-être convenu de ne pas attribuer à des adversaires imaginaires des opinions qu'aucun être pensant n'a jamais professées, par exemple celle-ci : « Un atome ayant de l'étendue, une droite et une gauche, ne doit pas résister aux efforts, *même à ceux de l'imagination* que l'on tente pour le subdiviser. »

L'atome de M. Le Dantec est gyrosphérique ; c'est une demi-circonférence tournant autour de ses pôles et engendrant l'étendue par son mouvement. Le mouvement, c'est la chaleur ; on en conclura qu'au zéro absolu, les atomes se réduiront aux arcs générateurs, autant dire à rien, ce qui paraît douteux. Toutefois l'idée est féconde, comme le montre l'auteur dans les chapitres dans lesquels il la développe. Elle est si simple, du reste, que toutes les théories dont elle est le point de départ, peuvent être exposées sans que l'on ait recours à un seul signe algébrique, à un seul développement mathématique.

Après la matière, vient l'éther, dont les propriétés sont multiples. Sphérule ou monade un peu partout, il est écureuil à la page 31, cheval puisqu'à la même page il rentre à l'écurie et qu'ailleurs on le dételle, remise de l'électricité à la page 42, plus loin dangereux puisqu'on l'expulse, atelier ou usine à la page 49, fourrage puisqu'à la page 55 la matière l'absorbe pour s'engraisser, et... la contre-partie, puisque plus loin on le remet en liberté après l'avoir absorbé ; enfin, à la page 66, il devient un ciment.

On conçoit qu'avec un tel protéisme, l'éther puisse servir de cause première à bien des phénomènes, et que son importance ne se limite pas, comme l'a dit un philosophe chagrin, à servir de sujet au verbe onduler.

Si ces divers concepts donnent à l'éther et à l'électricité une nouvelle valeur philosophique, nous craignons fort qu'ils ne nuisent un peu à la clarté des exposés, et, malgré tout, nous revenons à notre philosophe du début :

> La soupe au potiron, le chocolat, le thé
> Sont mauvais conducteurs de l'électricité.

Ce n'est peut-être pas aussi profond que la logique du bon sens, professée par M. Le Dantec ; mais, au moins, on est vite fixé. Ch. Ed.-Guillaume.

Poulenc (Camille), *Docteur ès sciences.* — **Les Nouveautés chimiques** : Nouveaux appareils de laboratoire, méthodes nouvelles de recherches appliquées a la science et a l'industrie. — *1 vol. in-12 de 136 pages avec 62 figures (Prix : 2 fr. 50). J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille ; Poulenc frères, boulevard Saint-Germain, 122, Paris*, 1896.

Voici un petit livre qui rendra des services à tous ceux qui ont le souci d'apporter dans leurs mesures, dans leurs méthodes analytiques les derniers perfectionnements de la technique expérimentale.

C'est une revision des principaux appareils, avec figures à l'appui, publiés dans les divers journaux scientifiques français ou étrangers, pendant les années 1894 et 1895, et qui ont paru à l'auteur les plus dignes de fixer l'attention des chimistes.

Cette revue est divisée en quatre chapitres :

I. Ce chapitre comprend tout ce qui a un caractère de généralité : comme la mesure des températures, le chauffage, l'éclairage, la distillation à la pression ordinaire ou dans le vide, etc.

II. Dans ce chapitre sont rangés les appareils divers de laboratoire destinés soit à faire certaines purifications, soit à rendre plus pratiques certaines préparations.

III. L'analyse sous toutes ces formes est représentée dans cette troisième partie de l'ouvrage ; on y remarquera principalement l'appareil d'un usage si fréquent et si commode du professeur Lunge (volumètre à gaz universel).

IV. Le quatrième chapitre est réservé aux nouveaux appareils d'électricité.

V. Dans le dernier paragraphe figurent les nouveautés

ayant trait à la chimie biologique ou à la bactériologie.

La voie dans laquelle est entré l'auteur est des plus heureuses, et nous espérons qu'il nous donnera périodiquement une revue semblable, afin de nous éviter dorénavant de longues et fastidieuses recherches bibliographiques, ou d'avoir recours au seul journal spécialement affecté à ce genre de revues, nous voulons parler de l'organe allemand *Zeitschrift fur Instrumenten Kunde*. A. Haller.

3° Sciences naturelles.

Lapparent (A. de). — **Leçons de Géographie physique.** — 1 *vol. de* 590 *pages avec* 117 *figures dans le texte et une planche en couleurs* (*Prix* : 2 *francs*). *G. Masson, Paris*, 1896.

M. de Lapparent vient de mettre au service de la Géographie physique un talent remarquable qu'apprécient depuis longtemps tous ceux qui s'occupent, en France, comme à l'étranger, des Sciences de la Terre. Nous retrouvons dans le nouveau volume que nous donne le savant professeur, la lucidité d'exposition, l'impeccable et l'élégante correction de style, la science sûre et élevée, qui ont fait le succès de son Traité de Géologie, parvenu à sa troisième édition et devenu rapidement classique.

Ce n'est pas toutefois un traité que M. de Lapparent présente aujourd'hui au public scientifique, mais simplement une série de leçons professées à l'Institut catholique de Paris et destinées à réunir en un corps de doctrine les résultats récents de la nouvelle Ecole géographique.

On sait en effet que l'étude de l'évolution du relief terrestre occupe depuis quelques années un certain nombre d'esprits éminents. De l'analyse attentive des actions qui modifient sans cesse le modelé du sol et de la connaissance exacte des éléments sur lesquels s'exercent ces actions, est née une branche nouvelle de la Science, qui emprunte à la Géologie une partie de sa méthode et une part importante de ses bases. La *Géomorphologie* ou *Géomorphogénie* est « l'étude du présent à la lumière du passé »; par le point de vue spécial qu'elle représente, elle ne se confond pas plus avec la Géologie proprement dite que la Géographie historique ne se confond avec l'Histoire ou que la Géographie économique ne rentre dans l'Economie politique.

Représentées aux Etats-Unis par l'influence prépondérante du Pr W. Morris Davis, auquel il convient d'associer MM. Lesley, Powell, Dutton, et tant d'autres, en Autriche par MM. Ed. Suess, Penck, etc..., en Allemagne par M. de Richthofen, en Suisse par MM. Heim, du Pasquier, Früh, les nouvelles méthodes ont trouvé en France en MM. de la Noë et de Margerie des partisans convaincus; elles ont dans les « Annales de Géographie », publiées sous la direction de M. Vidal de la Blache, un organe important dont les collaborateurs deviennent de plus en plus nombreux et dans lequel s'affirme de jour en jour davantage la tendance à voir dans la structure géologique du sol la raison des formes du relief terrestre.

Tous ceux qu'intéresse l'avenir scientifique de notre pays applaudiront à l'éloquente préface où l'auteur prend la défense des études géologiques si sacrifiées dans nos programmes universitaires et nous serions heureux si notre science obtenait, au nom de la Géographie physique, des faveurs que les pouvoirs publics lui ont jusqu'à présent refusées.

En même temps que se modifiait ainsi la science du relief, une nomenclature nouvelle s'est formée, et ce n'est pas un des moindres services que rendra l'ouvrage de M. de Lapparent, que d'en vulgariser les termes jusqu'ici peu connus ou mal appliqués.

On se prend à regretter, en lisant ces « Leçons », si documentées, que l'auteur n'ait pas fait un pas de plus et ne nous ait pas donné un véritable Traité de Géographie physique; car, si par la riche documentation de certains chapitres, ce livre est plus, en vérité, qu'une suite d'aperçus suggestifs sur diverses questions, il en est d'autres qui n'ont été traitées que superficiellement, ou, comme nous en prévient l'auteur lui-même, à peine effleurées. Quelques lacunes et de légères inexactitudes (p. 121, plis de la région du Doubs) doivent donc être signalées, ainsi que des passages où les difficultés de certains problèmes ont été dissimulés par la facilité du style. Mais ce sont là de bien petites défectuosités, inhérentes à la forme rapide de l'ouvrage.

L'ordonnance très logique des matières est la suivante :

Après avoir étudié les grandes lignes du Dessin géographique, passé en revue les éléments du relief terrestre et les conditions générales de son modelé, M. de Lapparent considère l'évolution de ce modelé sous l'influence de divers facteurs. De très intéressants chapitres sont consacrés à l'action des eaux courantes, à l'influence des « conditions génétiques » (prédisposition géologique du terrain), aux allures des formations éruptives et glaciaires. L'auteur examine ensuite avec soin les relations qui rattachent le relief extérieur du sol aux dislocations subies antérieurement « (Influences tectoniques passives »), puis l'effet même de ces dislocations (« Influences tectoniques actives ») — lorsqu'elles viennent à se produire —, sur la marche de l'évolution géographique.

L'Erosion est étudiée dans ses lois et dans ses cycles successifs ainsi que l'évolution des bassins hydrographiques. Ces principes sont appuyés par des exemples très judicieusement choisis (Capture des affluents, etc., Migration des lignes de faîte). Les phénomènes glaciaires, certaines influences souterraines (effondrements, érosion souterraine, etc.), l'action du vent ou éolienne, modifient sans cesse le modelé terrestre; plusieurs chapitres sont consacrés à ces transformations ainsi qu'à celles des rivages maritimes.

On lira également avec fruit un résumé où l'auteur s'est attaché à retracer les principaux résultats des sciences géologiques, en les dégageant, autant que possible, de l'appareil de termes techniques qui en rend trop souvent l'étude quelque peu rébarbative; il a réussi à condenser, avec sa clarté habituelle, le minimum admissible des connaissances spéciales nécessaires à l'initiation géologique de ses lecteurs.

Abordant alors l'histoire du relief terrestre ou « *paléographie* », dont il expose les méthodes, M. de Lapparent nous donne des pages d'un haut intérêt sur la longue évolution géographique dont les formes actuelles ne sont que le produit ultime.

Les notions et les principes énoncés dans la première partie du volume sont ensuite appliqués à la connaissance exacte des différentes régions du globe. S'inspirant largement des travaux de M. Suess, en ne leur empruntant que ce qui pouvait intéresser les géographes et utilisant à côté de son expérience personnelle un grand nombre de travaux récents (notamment la « Lænderkunde » de Kirchhoff, Penck, Th. Fischer, etc.), l'auteur a fondu, avec une habileté dont il a le secret, tous ces documents en une suite d'études lucides, attrayantes et faciles à lire. Cette partie de son livre rendra de grands services aux géographes; c'est la première fois que se trouve exposée, dans un ouvrage français, accessible à tous, une description rationnelle et rigoureusement scientifique des diverses régions du globe, considérées au point de vue morphologique.

Ajoutons que 171 figures dans le texte et une planche en couleurs constituent à cet ouvrage un complément aussi utile qu'attrayant.

Faire connaître une voie féconde et nouvelle ouverte à la Géographie physique, fournir une base à ceux qui la suivront et démontrer une fois de plus la nécessité de faire une place dans le haut enseignement français à la Géographie vraiment scientifique, fondée sur des notions géologiques trop peu en honneur dans les

milieux universitaires de notre pays : tel est la mission multiple que peut remplir ce volume. Notre désir le plus sincère est qu'il y réussisse!

W. Kilian.

4° Sciences médicales.

Barth (Dr H.), *médecin de l'hôpital Broussais.* — **Thérapeutique de la tuberculose.** — *1 vol. in-18 de 356 pages, de la Bibliothèque de la thérapeutique médicale et chirurgicale. (Prix relié : 4 fr.). O. Doin, éditeur, Paris,* 1896.

Dans une introduction très claire, M. Barth résume toute l'histoire de la tuberculose, de son bacille et de son mode d'action sur l'organisme. Puis, entrant dans le détail des méthodes de traitement, il expose dès l'abord les essais d'immunisation contre le bacille tuberculeux par l'injection des virus atténués, des produits culturaux du bacille (tuberculine de Koch), enfin par la sérothérapie qui est ici la tentative de guérir la tuberculose par l'injection du sang d'un animal spontanément réfractaire ou rendu réfractaire à cette affection. Ces essais n'ayant pas encore abouti à la découverte d'une méthode souveraine, M. Barth décrit la médication antibacillaire, à laquelle pratiquement nous sommes réduits et qui consiste dans l'emploi d'un agent thérapeutique susceptible d'exercer une action spécifique sur le parasite. Il examine donc successivement la créosote et le gaïacol; les essences, l'huile phéniquée, l'eucalyptol, le thymol, le benjoin, l'acide cinnamique, etc.; le tannin; les composés sulfureux; l'iode et l'iodoforme; les acides fluorhydrique, picrique, cyanhydrique, etc.

A l'usage de ces divers médicaments, il faut allier des prescriptions hygiéniques. L'alimentation doit être l'objet d'une attention spéciale : M. Barth insiste sur les diverses préparations alimentaires. Puis il donne des indications utiles sur les règles d'hygiène corporelle, sur les cures d'air, sur les stations d'altitude ou du littoral.

Dans la deuxième partie de son livre, l'auteur étudie les formes cliniques de la tuberculose et expose, dans toute leur multiplicité les moyens thérapeutiques destinés à lutter contre les modalités infinies de cette affection. Les derniers chapitres, concernant la prophylaxie individuelle et familiale, l'hygiène générale, celle des habitations, des ateliers, bureaux, casernes, et hôpitaux, sont soigneusement traités par M. Barth et montrent tout l'intérêt que méritent actuellement ces questions.

Le médecin trouvera le plus grand profit à consulter ce livre où sont rassemblées toutes les principales méthodes de traitement d'une affection redoutable, la plus fréquente qu'il lui soit donné d'observer. Il y verra les espérances que semblent éveiller les procédés nouveaux et y raffermira sa confiance en ce précepte, ainsi formulé par l'auteur, que la tuberculose peut guérir « pourvu que le traitement soit commencé de bonne heure, qu'il soit complet et suffisamment prolongé ».

Dr A. Létienne.

Dallemagne (Dr J.), *Professeur de Médecine légale à l'Université de Bruxelles* — **Les Stigmates anatomiques de la Criminalité.** — *Un vol. in-18 de 185 pages.* — **Les Stigmates biologiques et sociologiques de la Criminalité.** — *Un vol in-18 de 212 pages (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. Prix de chaque volume broché : 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.), G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs; Paris,* 1896.

M. Dallemagne résume, dans ces petits volumes, tout ce qu'il y a d'essentiel dans les études anthropologiques du criminel, entreprises sous l'inspiration de Lombroso et de son Ecole. Dans le premier volume il analyse les stigmates physiques de la criminalité, l'ensemble des caractères recueillis au cours de l'étude anthropologique de la collectivité des délinquants. Il ressort de ces études que le type criminel anatomiquement caractérisé n'existe pas. Ni le poids et le volume du crâne, ni ses altérations et ses anomalies, ni le cerveau dans sa forme ou ses particularités lésionnelles, ni la face et les organes des sens, ni les téguments, la taille, les membres ou le poids ne nous fournissent des éléments suffisamment concordants pour autoriser la dénomination de type criminel. Anatomiquement donc, la question du type criminel semble résolue par la négative.

Dans le second volume, M. Dallemagne étudie les stigmates biologiques des criminels, qu'il divise en deux catégories : les stigmates physiologiques et les stigmates psychologiques. Il nous présente d'abord une série d'altérations dans les fonctions des différents organes, altérations qui ont été fréquemment constatées chez les criminels. Puis il passe en revue d'une manière sommaire les principales opérations psychologiques, sensations, sentiments, instinct de conservation, instinct génésique, instincts altruistes, la perception, la mémoire, l'association, le jugement, la volonté, et il reprend, à propos de chaque fonction, l'étude des perturbations qui ont été signalées par les différents observateurs qui ont cherché à préciser le caractère des criminels.

L'ouvrage est terminé par l'analyse plus rapide des stigmates sociologiques, c'est-à-dire de « l'ensemble des manifestations qui portent atteinte à la conservation et au progrès des sociétés ». La plupart de ces stigmates tant anatomiques que biologiques et sociaux pourraient se résumer en ces mots : ce sont des caractères de dégénérescence. M. Dallemagne a réuni, dans ces deux petits volumes, une foule d'observations disséminées de tous côtés; il les a rapprochées, ce qui permet d'apprécier mieux leur valeur et bien souvent leurs contradictions; il se propose de revenir, dans un autre travail, sur leur interprétation, en étudiant les nouvelles théories de la criminalité.

Dr Pierre Janet.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 546e et 547e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Lamirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

Les dernières livraisons de la grande Encyclopédie renferment, entre autres, la monographie du département du *Maine-et-Loire* par M. A. M. Berthelot; celle de la presqu'île de *Malacca*, par M. Regelsperger, et une très importante étude sur la *Malaisie*, due à MM. Berthelot, Harn, et Trouessart; les biographies de *Malebranche*, par M. J. Ruyssen, et de *Joseph de Maistre*, par M. Brunetière; une importante étude de M. le Dr Langlois sur les *maladies* en général; enfin la description de la *main*, au point de vue anatomique, par M. le Dr S. Morer.

Parville (Henri de). — **Causeries scientifiques.** *(30e et 31e années). — 2 vol. in-12 de 356 pages chacun (Prix : 3 fr. 50 chacun). J. Rothschild, éditeur, 13, Rue des Saints-Pères, Paris,* 1896.

C'est avec plaisir que nous signalons ici ces rapides causeries sur les sciences où M. de Parville est depuis longtemps passé maître. Le lecteur y retrouvera ces qualités d'exactitude, d'extrême clarté et d'élégance qui expliquent le succès du brillant et savant écrivain, et, en quelques heures, il passera agréablement en revue la plupart des problèmes scientifiques, des inventions et des découvertes auxquels le grand public s'est particulièrement intéressé depuis quelques années. Mécanique, Electricité, Chimie, Médecine, Hygiène ont fourni à M. de Parville d'alertes chroniques qu'il est encore aujourd'hui fort instructif et utile de relire et de méditer.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Avril 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Jonquières** lit à l'Académie quelques passages d'un article oublié de Poinsot, qui montre que le génie de Gauss avait été hautement reconnu en France et signalé à l'admiration du monde savant, alors que l'Allemagne semblait l'ignorer ou ne l'accueillir encore qu'avec indifférence. — M. **Adrien Féraud** donne une valeur approchée des coefficients des termes d'ordre élevé dans le développement de la partie principale de la fonction perturbatrice. — M. **P. Painlevé** étudie les transformations biuniformes des surfaces algébriques. Il montre, en particulier, que toute transformation biuniforme (non birationnelle) transforme une intégrale double algébrique de première espèce en une intégrale double de même espèce, mais que les différentielles totales de première espèce ne sont pas nécessairement conservées. — M. **Chanel** adresse une « Note relative à la période des taches solaires ».

2° Sciences physiques. — MM. **L. Calmette** et **G.-T. Lhuillier**, en photographiant une tige métallique au moyen des rayons X provenant d'une fente très étroite, ont obtenu une ombre qui montre des différences notables d'intensité sur les bords. Ils attribuent ce fait à la diffraction des rayons de Röntgen et se proposent d'en mesurer la longueur d'onde moyenne. — M. **Bungetzianu** adresse également, de Bucharest, des photographies qui lui semblent mettre en évidence la diffraction des rayons de Röntgen. — M. **A. Righi** maintient, contrairement à l'opinion de MM. Benoist et Hurmuzescu, que le potentiel positif auquel est porté un corps isolé lorsque les rayons de Röntgen tombent sur lui est précisément de l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact; mais ce résultat ne se vérifie que si l'on a soin de tenir le conducteur étudié éloigné de tout autre conducteur. M. Righi étudie en outre la dispersion des rayons X dans différents gaz et à différentes pressions. — M. **G. de Metz** présente des photographies obtenues à l'intérieur du tube de Crookes, à travers différents corps, et dues aux rayons cathodiques, qui semblent avoir plusieurs propriétés des rayons X. — M. **H. Poincaré** croit que, dans ce cas, les rayons cathodiques, en frappant les corps qui recouvrent la plaque sensible, provoquent l'émission des rayons X, qui agissent seuls ensuite. — M. **H. Abraham** augmente la sensibilité du galvanomètre à cadre mobile en compensant le couple directeur du ressort de suspension. Pour cela, on porte le centre de gravité du cadre un peu en avant de son axe de rotation (au moyen d'une surcharge), puis on penche le galvanomètre en arrière et l'on voit les oscillations se faire de plus en plus lentement jusqu'à compensation complète; au delà, l'équilibre devient instable. — M. **A. Haller** indique deux méthodes d'extraction des alcools terpéniques contenus dans les huiles essentielles. Elles sont basées toutes deux sur la propriété que possèdent les acides bibasiques de donner, avec les alcools, des éthers acides solubles et saponifiables par les alcalis. Ce procédé n'est plus applicable quand il s'agit d'alcools terpéniques qui se déshydratent sous l'influence des acides. Dans ce cas, l'essence, préalablement saponifiée et séchée, est additionnée d'une quantité de sodium correspondant à l'alcool qu'elle renferme; on ajoute ensuite au produit sodé la quantité d'anhydride correspondant au métal dissous, et on termine comme dans l'autre méthode. L'auteur a ainsi traité l'essence de géranium de Bourbon, de géranium d'Afrique, de menthe d'Amérique, de citronelle et d'aspic. — MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Jordan** étudient la dispersion rotatoire des corps actifs liquides non polymérisés et formulent les conclusions suivantes : 1° Les corps actifs liquides, non polymérisés, ne présentent que le phénomène de la dispersion rotatoire normale. 2° Chaque corps actif suit une loi de dispersion rotatoire qui lui est propre. 3° Les coefficients de dispersion dans le violet n'ont aucun rapport de proportionnalité, même grossière, avec les pouvoirs rotatoires. 4° La dispersion spécifique est une constante caractéristique d'un composé chimique, aussi bien que le pouvoir rotatoire usuel. 5° Il n'y a aucune relation simple entre la réfrangibilité des diverses radiations et la dispersion rotatoire. — M. **Ferrand** a préparé, par la méthode de M. Friedel, une nouvelle série de sulfophosphures, les thiopyrophosphates ($P^2S^7M'^4$) : thiopyrophosphates de cuivre, de fer, d'argent, de nickel, de chrome, de zinc, de cadmium, de mercure, de plomb et d'aluminium. — M. **G. Bertrand** a obtenu la sorbose par fermentation du jus de sorbes au moyen d'un microbe qui y est apporté par la mouche du vinaigre.

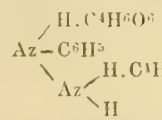
3° Sciences naturelles. — M. **Edmond Perrier** signale un cas de parasitisme passager du *Glyciphagus domesticus* de Geer. Cet acarien avait envahi deux maisons de Barfleur au point de les rendre inhabitables ; ces maisons furent complètement épurées par les vapeurs d'acide sulfureux. — M. **Ad. Chatin**, ayant reçu récemment des truffes de Mesrata (Tripolitaine), les détermine comme *Terfas Claveryi* et *Terfas Metaxasi*, espèces déjà connues. La plante-nourrice paraît être un petit *Cistus*. — M. **Joachimsthal** cite de nouvelles observations d'adaptation spontanée des muscles aux changements de leur fonction. Ces faits montrent qu'il sera nécessaire d'examiner à nouveau les cas d'atrophie des muscles périphériques, afin de voir si les changements produits dans les muscles ne tiennent pas à des variations dans la mobilité de leurs attaches. — M. **Lortet** conclut, d'expériences nombreuses, que les bactéries sont les seuls êtres organisés qui jouissent de la propriété de s'orienter sous l'influence des courants induits. Cette propriété n'est point physique seulement, mais bien en rapport direct avec la vitalité de leur protoplasma, car l'électricité n'a aucune action sur les bactéries mortes. — M. **A. Fénard** décrit les annexes internes de l'appareil génital mâle dans les différentes familles de l'ordre des Orthoptères. — M. **C. Sauvageau** étudie la membrane de l'*Ectocarpus fulvescens*. Elle présente, comme les poils du coton, un cas intermédiaire entre les membranes dépourvues de cuticule et celles munies d'une cuticule nettement cutinisée. — M. **C. Brunotte** a constaté, chez une espèce du genre *Impatiens*, l'avortement de la racine principale, qui est remplacée par les racines latérales. — M. **E.-A. Martel** communique ses observations d'hiver dans les cavernes des Causses.

Séance du 27 Avril 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Rayet** communique ses observations de la comète Swift (13 avril 1896), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, en collaboration avec MM. Picart et Courty. — M. **Flammarion** signale de nouvelles divisions qui se sont produites dans les anneaux de Saturne depuis qu'il a reparu au-dessus de notre horizon. — A propos d'une communication de M. R. Liouville sur la rotation des solides, M. **N. Joukovsky** fait remarquer que le cas considéré a déjà été étudié en détail par MM. Hess,

Nekrassov, Mlodzieiowski et lui-même. — M. **Hégly** étudie les différents degrés du passage d'un écoulement par orifice à un écoulement par déversoir. — M. **L. Nicolaï** adresse un mémoire sur les abaques des efforts tranchants.

2° Sciences physiques. — MM. **H. Parenty** et **R. Bricard** présentent leur thermomètre-balance enregistreur et régulateur, à gaz ou à vapeurs saturées. Il est fondé sur le principe suivant : faire agir la chaleur sur un système mobile autour de ses points de suspension, de manière qu'à chaque température corresponde une position d'équilibre déterminée de ce système. — M. **R. Colson** a étudié le mode d'action des rayons X sur la plaque photographique. Les rayons impressionnent *directement* le gélatino-bromure sur verre ou sur papier; en traversant le verre, le papier ou la couche sensible, ils ne provoquent pas la formation de radiations secondaires, capables de produire l'effet photographique. — M. **F.-P. Le Roux** signale quelques expériences contradictoires faites au moyen des rayons X et les explique ainsi. L'impression photographique résulte à la fois des radiations émises par la surface des électrodes et des radiations provenant de la paroi du tube de Crookes. L'importance de ces deux facteurs varie avec chaque tube, et on obtient ainsi des résultats différents suivant la prépondérance de l'un ou de l'autre. — MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu** sont arrivés à la loi suivante : La vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X, pour un même corps électrisé dans les mêmes conditions, varie proportionnellement à la racine carrée de la densité du gaz où il est plongé. — M. **A. Lafay** continue l'étude des rayons de Röntgen électrisés par leur passage à travers une membrane électrisée. Il a observé que : 1° le transport de l'électricité par les rayons X est d'autant plus rapide que la membrane est plus transparente; 2° les corps qui donnent la décharge la plus prompte sont également ceux qui se chargent le plus vite sous l'action des rayons électrisés. — MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Goudet** ont fait l'étude optique du divaléryltartrate d'amyle, corps caractérisé par l'existence, dans sa molécule, de six carbones asymétriques. Cette étude achève de montrer la généralité des deux principes de l'indépendance et de la superposition algébrique des effets optiques des divers carbones asymétriques d'une même molécule. — M. **G. Didier** a obtenu, en chauffant une solution concentrée d'azotate neutre de magnésie en présence de la base correspondante, un azotate basique hydraté, de formule $3MgO, Az^2O^5, 5H^2O$, sous forme de masse blanche, composée d'un feutrage de fines aiguilles microscopiques agissant sur la lumière polarisée. L'eau froide le détruit rapidement. — M. **A. Granger** a obtenu, en chauffant au rouge sombre le chlorure ferrique dans la vapeur de phosphore, le sesquiphosphure de Fer, Fe^2P^3, sous forme de croûte gris-clair, composée de petits cristaux microscopiques, durs, doués de l'éclat métallique, insolubles dans les acides et l'eau régale. — M. **Ch. Gassmann** indique un nouveau procédé pour obtenir en grande quantité le péridinitronaphtalène dans la nitration de la naphtaline. — M. **H. Causse** étudie le bitartrate de phénylhydrazine et lui attribue la formule suivante :



Cette formule se vérifie chez tous les dérivés que l'auteur a préparés. — M. **Guinchant** a déterminé la chaleur de combustion d'un grand nombre de dérivés cyanès et a observé que la substitution de CAz à H dans un groupe CH^3 ou CH^2 lié à d'autres radicaux carbonés augmente la chaleur de combustion d'environ 90 calories. — M. **E. Sorel** a appliqué, aux mélanges d'eau avec les quatre premiers acides de la série grasse, sa méthode de distillation par fractions successives à l'abri du rayonnement. Pour les mélanges pauvres, il y a d'autant plus d'acide entraîné par un poids déterminé d'eau que l'acide considéré à un poids moléculaire plus grand; c'est le contraire qui se présente quand la concentration augmente et d'autant plus rapidement que le poids moléculaire est plus grand. — M. **G. Friedel** a obtenu artificiellement un silico-aluminate alcalin hydraté de formule :

$$15SiO^2.8Al^2O^3.6Na^2O+6H^2O.$$

Calciné, il perd son eau, mais son état cristallin et sa forme orthorhombique ne changent pas. L'auteur a constaté que, dans la nature, l'analcime et d'autres zéolithes possèdent la même propriété. — MM. **A. Gérardin** et **M. Niclout** dosent les odeurs de l'air au moyen du grisoumètre Gréhant-Coquillon. Une lame de platine incandescente brûle la vapeur organique et la réduction de volume se lit sur un tube divisé. — M. **Ch. V. Zenger** adresse une note : L'état allotropique des gaz élémentaires.

3° Sciences naturelles. — M. **I. P. Nuel** étudie l'œdème maculaire ou périfovéal de la rétine et le décollement rétinien qui en est souvent la conséquence. — **Ch. Henry** a déterminé, par une méthode photométrique nouvelle, les lois de la sensibilité lumineuse aux noirs et aux gris. 1° Le minimum perceptible de teinte varie proportionnellement à l'éclairage. 2° Le minimum perceptible de teinte diminue quand l'œil s'est adapté préalablement aux teintes claires. 3° La plus petite différence perceptible diminue également, mais très peu, proportionnellement au séjour préalable de l'œil dans l'obscurité. — M. **G. Roché** étudie les causes de la crise de mévente dont souffre l'industrie ostréicole; elle provient de la tendance des parqueurs à faire produire à leurs concessions des quantités de mollusques disproportionnées avec les débouchés actuels de leur industrie. — M. **L. Gentil** étudie certains gypses de l'Algérie et en établit l'origine métamorphique.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Mai 1896.

M. **S. Pozzi** analyse un mémoire du Dr **Guermomprez** (de Lille) sur la contagion professionnelle du cancer. Les deux cas signalés par l'auteur sont douteux, et cette grave question reste encore pendante. — M. **A. Laveran** montre que l'appendicite n'est pas toujours produite par la transformation de l'appendice en cavité close, et que le traitement médical de l'appendicite ne mérite pas d'être condamné aussi sévèrement que l'a fait M. Dieulafoy. — M. **Liétard** cherche à donner une idée de l'ensemble de la littérature médicale de l'Inde. Ayant pour fondement les deux grandes œuvres de Lucruka et de Charaka, imprégnée des théories humorales communes à la Grèce et à l'Inde, cette littérature témoigne tout entière de l'influence absolue qu'elles ont exercée. Aujourd'hui encore, c'est leur autorité qui retient, en dehors du courant scientifique moderne, les praticiens de l'Inde. — M. le Dr **Robert** (de Pau) lit une observation d'éclampsie puerpérale. — M. **G. Lévy** signale une observation d'un fœtus volumineux développé tardivement dans l'abdomen d'un adolescent du sexe masculin.

Séance du 12 Mai 1896.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la première Division (Médecine). MM. **Glénard** (de Lyon) et **Mossé** (de Toulouse) sont élus. — M. **Fournier** analyse un mémoire du Dr **Gilles de la Tourette** sur la syphilis héréditaire de la moelle épinière. L'auteur distingue trois groupes de manifestations médullaires de l'hérédo-syphilis : manifestations congénitales, précoces et tardives. Il s'attache à bien mettre en lumière les dernières, qui ont tenu jusqu'à présent peu ou pas de place dans la pratique médicale. — M. **Vallin** analyse un travail du Dr **Dezau-**

tière intitulé : « L'hygiène dans une petite localité du Nivernais, il y a cinquante ans et aujourd'hui ». L'auteur y a voulu exposer les progrès de l'hygiène et tout le bien que la ville en a retiré. — A l'occasion du centenaire de la découverte de la vaccine, M. **E. Hervieux** prononce l'éloge de Jenner. — M. **H. de Brun** signale deux cas d'une nouvelle maladie qui peut être caractérisée par l'ensemble des phénomènes suivants : début brusque par une forte fièvre, vomissements, céphalalgie; apparition rapide de phénomènes typhiques; courbe thermique caractérisée par trois périodes (élévation, abaissement, nouvelle élévation), contracture généralisée de tout le système musculaire; altération spéciale de la peau, qui devient malléable comme de la cire molle; hémorragies sous-cutanées. L'auteur propose de l'appeler myxodermie contracturante hémorragique. — MM. **S. Arloing** et **J. Courmont** communiquent le résultat de leurs recherches sur le traitement des tumeurs malignes de l'homme par les injections de sérum d'âne normal ou préalablement inoculé avec du suc d'épithélioma. Les injections de sérum d'âne inoculé sont incapables à elles seules d'amener chez l'homme la disparition des tumeurs; elles peuvent cependant être utiles en entraînant une diminution momentanée du volume des tumeurs. Le sérum d'âne normal a des effets analogues, quoique moins intenses.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Mai 1896.

M. **Péré** a étudié le coli-bacille du nourrisson et celui de l'adulte. Ils ont en général des propriétés biologiques communes; toutefois, le premier donne de l'acide lactique *droit* avec la solution de glucose-peptone et de carbonate de chaux, le second de l'acide lactique *gauche*. Il est probable que le changement de régime chez l'enfant modifie l'une des fonctions biologiques du microbe originel, car le microbe du nourrisson peut donner, dans certaines conditions, de l'acide gauche. — M. **Boucheron** parvient à déceler l'acide urique qui existe dans la salive des uricémiques par la réaction de la murexide; mais il faut avoir soin de ne faire agir que les *vapeurs* d'acide nitrique et d'ammoniaque sur la salive desséchée à une température *peu élevée*. L'excrétion d'acide urique par la salive s'interrompt aussitôt qu'un corps sapide, mis en contact avec la langue, provoque la formation de salive digestive. — MM. **Galippe** et **Grimbert** constatent que, par la méthode ordinaire, on ne trouve aucune trace d'acide urique dans la salive des uricémiques. — Mme **Laville** communique ses recherches histologiques et embryogéniques sur les follicules clos de la conjonctive. — M. **Dufour** décrit le trajet des fibres endogènes dans les cordons postérieurs de la moelle. — M. **Mégnin** présente la photographie d'un veau à deux têtes âgé de deux mois et demi, et vivant. — M. **Babinsky** a étudié le relâchement des muscles dans l'hémiplégie organique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Communications récentes.

M. **Lagrange**, de Bruxelles, adresse une note sur les rayons de Röntgen. Ces rayons ne sont pas déviés par l'aimant dans l'*air libre*, mais les rayons cathodiques de M. Lénard présentent la même propriété; M. Lagrange a vérifié que les rayons X ne sont nullement déviés par un champ magnétique, même quand ils traversent le vide de Crookes. — M. **Pellat** rappelle les principes d'une théorie de l'électrostatique qu'il a développée dans un mémoire récent (*Annales de Chimie et de Physique, mai* 1895). La loi de Coulomb ne doit pas servir de base à l'électrostatique, parce qu'elle cesse d'avoir un sens quand le milieu qui entoure les conducteurs est hétérogène. En se basant uniquement sur quelques principes très généraux, on peut retrouver toutes les relations connues. En particulier, M. Pellat a étudié, au point de vue théorique et expérimental, les forces qui agissent sur un diélectrique non électrisé placé dans un champ électrique. En écrivant que, dans une déformation convenablement choisie, l'énergie se conserve, on conclut que les forces mécaniques agissent sur la surface des diélectriques; ces forces sont normales à la surface, et dirigées dans le sens où le pouvoir inducteur spécifique diminue; leur valeur est, par unité de surface, égale à la différence :

$$\frac{K_1 \varphi_1^2}{8\pi} - \frac{K_2 \varphi_2^2}{8\pi}$$

des expressions qui représentent, d'après Maxwell, l'énergie par unité de volume des deux diélectriques, de part et d'autre de la surface de séparation, en des points où le champ électrique a respectivement pour intensités φ_1 et φ_2. Les expériences ont été faites sur des lames d'ébonite maintenues dans l'air, à égale distance des armatures verticales d'un condensateur; la partie supérieure de la lame est en dehors du champ; les seules forces mécaniques agissantes sont appliquées à la base inférieure de la lame; elles sont verticales et dirigées vers le bas. Les valeurs du champ au voisinage de cette base se déduisent, par le calcul, de la différence de potentiel entre les armatures du condensateur, que l'on mesure à l'aide d'un électromètre de Bichat et Blondlot. Le pouvoir inducteur spécifique des lames employées a été mesuré à l'aide de l'appareil de l'auteur (voir la *Revue* du 15 juillet 1895, p. 607). Les forces attractives se mesurent par une balance à laquelle est suspendue la lame d'ébonite; il ne reste plus à mesurer ensuite que des longueurs, que l'on peut évaluer au dixième de millimètre. Quatre séries d'expériences ont donné, pour les valeurs observées des forces, des nombres variant de 0,00142 gr. à 0,0142 gramme; la concordance avec les nombres calculés est très satisfaisante (pour le dernier qui est naturellement le mieux déterminé, le calcul donne 0,0143 gr.). — M. **Abraham** fait observer que l'attraction d'un diélectrique par un corps électrisé, qui est le phénomène le plus anciennement connu de l'électrostatique, a été expliqué déjà de plusieurs façons, en particulier comme le résultat d'une polarisation des molécules du diélectrique. Dans cette manière de voir, les forces mécaniques s'exerceraient sur les éléments de volume du diélectrique, aux points où le champ est variable. L'étude des forces qui s'exercent sur un corps solide, ni même des expériences statiques quelconques, ne permettent pas de déterminer le point d'application des forces; pour résoudre la question, il faudrait étudier le *mouvement* de masses fluides sous l'influence de ces actions; l'accélération observée serait, en chaque point, proportionnelle à la force. — M. **Raveau** remarque que le mode de raisonnement de M. Pellat, basé sur la considération d'une déformation au voisinage de la surface de séparation, devait nécessairement conduire à admettre que les forces en jeu sont appliquées à cette surface, mais qu'on obtiendrait un autre résultat en partant d'une modification différente. — M. **Pellat** ne pense pas que la théorie de la polarisation puisse rendre compte des phénomènes; il reconnaît que le siège des forces dont il a calculé et mesuré la résultante reste indéterminé. — M. **Duperray** a répété une expérience de Villari. Celui-ci avait cru observer qu'un cylindre de verre, tournant sur son axe dans un champ magnétique uniforme, ne présente plus la polarisation rotatoire magnétique lorsque la vitesse de rotation atteint 200 tours par seconde. En étudiant les détails de l'expérience, M. Duperray a reconnu que le verre acquiert la double réfraction, sauf dans la direction de l'axe et la direction perpendiculaire; quant à la polarisation rotatoire (mesurée ici à l'aide d'une lame demi-onde, et non, comme dans les expériences de Villari, à l'aide d'une plaque à deux rotations), elle s'est montrée indépendante de

la vitesse. — M. **Becquerel** dit avoir, quelque temps après la publication de Villari (1873), répété son expérience sans retrouver ses résultats; les recherches postérieures de M. Curie et de M. Bichat ont montré qu'il y avait simultanéité parfaite entre l'existence du champ magnétique et la polarisation rotatoire. — M. **Becquerel** rend compte des expériences qu'il a exécutées sur l'émission des radiations invisibles par les sels d'uranium. Les sels étudiés ont été les sulfates doubles d'uranium et de potassium, sodium ou ammonium, et le nitrate d'urane cristallisé; leur fluorescence visible dure environ 0,01 seconde. Un cristal soumis aux rayons solaires pendant cinq heures émet des radiations invisibles qui impressionnent une plaque photographique à travers une double feuille de papier opaque à la radiation du soleil, et même à travers une lamelle de verre, une feuille très mince d'aluminium et de cuivre. L'action persiste quand on cesse d'exposer le cristal à la lumière et que toute phosphorescence visible a par conséquent disparu. Cette persistance peut être très longue; les effets sont encore très énergiques avec des cristaux maintenus dans l'obscurité pendant plusieurs jours.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 1er Avril 1896.

M. **Atanasio Quiroga** présente une note sur l'arginine, alcaloïde fourni par une laurinée de l'Amérique du Sud. L'auteur donne quelques propriétés chimiques et thérapeutiques de ce composé qui se rapproche de la quinine au point de vue de son action physiologique. — M. Béhal présente deux notes de MM. M. **Patein** et **Dufau** sur les combinaisons de l'antipyrine avec les phénols.

Séance du 24 Avril 1896.

M. **G. Bertrand** a réussi à transformer à volonté la sorbite en sorbose. Il a en effet réussi à isoler du suc de sorbes abandonné à lui-même le microbe agent de cette transformation. — M. **Hanriot** décrit les diverses combinaisons du chloral et du bromal avec les sucres aldéhydiques (arachnose, galactose, xylose) ou cétoniques (lévulose et sorbose). — M. **Fiquet** a obtenu des acides iodacétiques et divers produits en faisant réagir l'iodure de potassium sur les acides chloracétiques; il continue ses recherches sur ce sujet. — M. **Maumené** fait une communication sur l'oxychlorure d'antimoine et sur les pyrophosphates doubles de sodium, de cuivre et de fer.

E. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

C. Wilson : Influence des rayons de Roentgen sur la condensation des nuages. — Dans un mémoire sur la formation des nuages en l'absence de poussières, lu devant la Société philosophique de Cambridge, le 13 mai 1895, j'ai montré que la condensation en nuages se produit en l'absence de poussières lorsque de l'air saturé subit une dilatation brusque dépassant une certaine valeur critique. Je trouve que, pour de l'air exposé à l'action des rayons de Roentgen, l'expansion nécessaire pour produire la condensation a exactement la même valeur que pour l'air ordinaire; mais ces rayons ont pour effet d'augmenter considérablement le nombre de gouttes qui se forment quand l'expansion a dépassé la valeur nécessaire pour produire la condensation. Dans les conditions ordinaires, quand la valeur critique est dépassée il tombe une pluie fine qui s'arrête en quelques secondes; mais si on produit la même dilatation pendant que l'air est exposé à l'action des rayons ou immédiatement après, les gouttes sont assez nombreuses pour former un nuage qui persiste pendant quelques minutes. Pour exclure toute action électrique directe, on a fait des expériences en enveloppant d'une feuille d'étain mise à la terre le vase qui contenait l'air. On l'exposait aux rayons, on produisait la détente, on rompait le courant de la bobine d'induction et finalement on enlevait la feuille d'étain pour examiner le nuage formé. Comme précédemment un nuage persistant résultait d'une détente qui, en l'absence des rayons, n'aurait produit qu'un nombre de gouttes relativement petit. Il semble légitime de conclure qu'en traversant l'air humide, les rayons de Roentgen produisent une augmentation du nombre des noyaux de la même espèce que ceux qui sont toujours présents en petite quantité, ou tout au moins qui sont exactement aussi efficaces pour provoquer la condensation.

Gamgee (Arthur). — **Sur l'absorption des radiations violettes et ultra-violettes du spectre solaire par l'Hœmoglobine, ses composés et quelques-uns de ses dérivés.** — L'auteur se borne à énoncer les principaux résultats obtenus, réservant pour plus tard la discussion et le détail de ses recherches. Il a employé la méthode photographique et s'est servi d'un spectroscope à prismes et à lentilles de quartz. — Les combinaisons de l'Hœmoglobine avec l'oxygène, l'oxyde de carbone et le bioxyde d'azote donnent même, en solutions très étendues, des bandes d'absorption entre les raies H et G de Frauenhofer. Les composés avec CO et AzO donnent deux bandes identiques dont la raie moyenne correspond à $\lambda = 420,5$. Pour l'oxyhœmoglobine, le centre d'absorption correspond à $\lambda = 414,0$; lorsque l'oxygène dissociable en est dégagé, ce centre se déplace vers $\lambda = 426,5$. La bande dans le violet extrême et l'ultra-violet caractéristique de l'hœmoglobine de ses composés et de ses dérivés contenant du fer ne dépend en aucune manière du fer contenu dans la molécule. Cette conclusion résulte : 1° du fait qu'aucun composé du fer organique ou inorganique ne donne d'absorption bien définie dans cette région du spectre; 2° de l'étude de l'hœmatoporphyrine, corps dérivé de l'hœmatine par perte de fer. Enfin, ni la bilirubine, ni l'hydrobilirubine, ni l'urobiline ne fournissent aucune bande dans la région qui caractérise l'hœmoglobine et ses dérivés.

2° Sciences naturelles

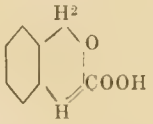
Dr G. E. Cartwright Wood : Sur une méthode pour produire rapidement les anti-toxines de la diphtérie. — Dans ses expériences, M. C. Wood s'est servi de deux espèces distinctes de toxine diphtéritique : 1° l'une, la toxine ordinaire, produite par l'action du micro-organisme dans un bouillon de peptone; 2° l'autre, constituée par les substances présentes dans un milieu de culture formé par un mélange de bouillon et de sérum, après qu'il a été filtré et chauffé à 65°. Cette seconde toxine se prépare en ajoutant à du bouillon de peptone ordinaire de 10 à 20 °/o de sérum sanguin; ce bouillon a été inoculé trois ou quatre jours auparavant avec une culture virulente de diphtérie et maintenu à une température de 37° depuis ce temps. L'injection de cette sérum-toxine donne peu d'irritation locale, mais détermine une réaction fébrile marquée, qui s'accuse encore lorsque l'injection est répétée. Il semble qu'elle doive ses propriétés à l'albumose décrite par Sidney Martin. Les animaux soumis à son action deviennent plus ou moins réfractaires à une infection subséquente et l'on peut utiliser cette propriété pour raccourcir par l'emploi de cette substance la longueur du traitement qu'un cheval doit subir avant de pouvoir recevoir les doses considérables de toxine ordinaire (*Croth-toxine*) qui sont nécessaires à la production d'une anti-toxine de quelque énergie. Le premier cheval reçut pendant les 12 premiers jours 380 cc. de sérum-toxine en trois injections; le dix-neuvième jour il reçut 50 cc. de sérum-toxine non filtrée stérilisée à 65° C. et 150 cc. de toxine ordinaire, dont 1/2 cc.

tuait un cobaye de 500 grammes en 48 heures. On le saigna le trente-deuxième jour du traitement; son sérum avait une force anti-toxique de 10 unités normales, 1 c. que $\frac{1}{100}$ cc. immunisait un cobaye de 250 grammes contre 10 doses mortelles de toxine ordinaire. Ce résultat n'est atteint qu'en 10 semaines par la méthode Roux. Quant au second cheval, on lui injecta de beaucoup plus grandes quantités de sérum-toxine, mais en prenant la précaution d'y ajouter une certaine proportion d'anti-toxine. Pendant les 12 premiers jours on lui injecta 1350 cc. de sérum-toxine et 50 cc. de l'anti-toxine, obtenue du premier cheval. La semaine suivante, on lui injecta 550 cc. d'une toxine ordinaire (dont 1/9 cc. tuait un cobaye de 500 grammes en 24 heures) en trois fois et à la deuxième injection, on ajouta 100 cc. de sérum-toxine. La semaine d'après, il reçut en injections 400 cc. de toxine ordinaire additionnée de 250 grammes de sérum-toxine. Le trentième jour, il fut saigné ; $\frac{1}{1000}$ cc. protégeait complètement contre 10 doses mortelles de la toxine. Au bout de six semaines le pouvoir anti-toxique était tel que $\frac{1}{1600}$ cc. suffisait, au bout de 9 semaines $\frac{1}{2500}$ cc. Une autre expérience a montré que l'emploi de l'anti-toxine était inutile : un troisième cheval a reçu sans aucun accident 2180 cc. de sérum-toxine seule en 15 jours. Au bout d'une semaine, $\frac{1}{300}$ cc. et, au bout de deux, $\frac{1}{500}$ cc. protégeait les cobayes contre 10 doses mortelles. Au bout de la troisième semaine, il suffisait de $\frac{1}{850}$ cc., au bout d'un mois de $\frac{1}{1250}$ cc. — M. C. Wood a fait une autre série d'expériences destinées non plus à produire plus rapidement des anti-toxines de puissance égale, mais à produire des anti-toxines plus énergiques. — Les conclusions auxquelles il arrive sont qu'en appliquant sa méthode : 1° On peut produire de puissantes anti-toxines diphtériques en un temps beaucoup plus court que par la méthode ancienne; 2° Grâce à l'action cumulative des toxines, on peut produire des anti-toxines beaucoup plus puissantes, ce qui permet de réduire la dose qui doit être injectée au malade et fait disparaître aussi l'un des obstacles pratiques les plus sérieux à l'adoption du traitement; 3° On peut en une seule injection donner au malade, dès le commencement du traitement, une quantité suffisante de sérum, ce qui augmente considérablement sa valeur curative.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

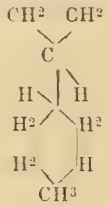
Communications récentes.

M. **Henry E. Armstrong**, dans une note sur le composé constituant la matière colorante de l'acide 2:3 hydroxynaphtoïque, attaque la formule proposée par Möhlau



Etant donnée la grande facilité que montre l'oxygène dans un grand nombre de composés benzoïques de prendre la forme cétonique, l'acide 2 : 3 hydroxynaphtoïque peut passer de la forme hydroxy à la forme isodynamique cétonique; on tombe alors sur une formule cyclique, représentée par les symboles suivants:

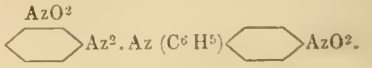
— Le même auteur fait une deuxième communication sur l'éthérification de l'acide signalé plus haut. — Dans une troisième note, M. E. Armstrong étudie les relations qui existent entre le pinène et le citrène. Il considère le citrène comme un dérivé du triméthylène et, d'après lui, l'expression la plus simple pour le représenter serait la suivante :



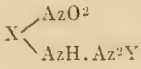
Dans une dernière étude, le même auteur indique dans quelles conditions se produit l'inversion de quelques composés asymétriques actifs. Il pense que, lorsque l'inversion est produite par des agents hydratants, dans le cas d'un aldol, d'une kétose ou d'un acide, il y a, dans la première phase de la réaction, hydratation du groupe cétonique, et, suivant le cas, il se forme une aldéhydrol, $CH(OH)^2$, ou une kétohydrol $C(OH)^2$, ou encore un acide hydrol $C(OH)^3$. Si l'on enlève une molécule d'eau à ces composés, admettant d'ailleurs que cette eau a été formée par un groupe OH constituant un hydrol complexe, et par un atome d'hydrogène attaché à un carbone, relié lui-même à cet hydrol, il se formera dans ce cas un dérivé éthénoïde :

$$\begin{matrix} CHOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + H^2O = \begin{matrix} CHOH \\ | \\ C(OH)^3 \end{matrix} = \begin{matrix} COH \\ \| \\ C(OH)^2 \end{matrix} + H^2O.$$

MM. **J. Norman Collie** et **M. Wilsmore** : Sur la production de quelques dérivés du naphtalène et de l'isoquinoline au moyen de l'acide déhydracétique. Les auteurs pensent que les bases dérivées de l'isoquinoline sont formées par la condensation des produits benzéniques jaunes, déjà étudiés par eux, avec l'ammoniaque employée en solution concentrée. — MM. **Wyndham R. Dunstan** F. R. S et **F. H. Carr** : Sur les difficultés de la détermination exacte de l'azote par la méthode absolue dans le cas de l'aconitine. — MM. **Raphael Meldola** F. R. S. et **Frederick Streatfeild** ont étudié les diazoamides contenant un groupe orthonitré; ils dérivent plus spécialement l'orthodinitrodiazoamidobenzène (o) $AzO^2C^6H^4Az^3H$ $C^6H^4AzO^2$ (p) dont ils donnent les principales propriétés. Ils s'étendent sur la manière de faire rentrer dans ce corps un groupe alkyle; au moyen de leur méthode ils ont réussi à préparer le dérivé éthylé auquel ils attribuent la formule suivante :



Ils considèrent comme impossible de pouvoir faire rentrer un groupe alkyle dans un corps de constitution :



dans lequel les groupes AzO^2 et AzH seraient en position ortho. — Dans une deuxième communication, les mêmes auteurs décrivent l'allyl-p-dinitrodiazoamidobenzène, étudiant spécialement les relations qui existent entre le point de fusion et la constitution de ce corps.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Récentes communications.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ernst Blaschke** : Etudes statiques. — M. **Theodor Schmidt** : Calcul de longueur de la courbe ellipse.

2° Sciences physiques. — M. **Puluj** : Production des rayons Röntgen et leur action photographique.

3° Sciences naturelles. — M. **Alfred Nalepa** : Etude d'un nouveau Phytoptide, le *Paraphytoptus*. — M. **Rudolf Sturany** adresse son travail sur les Mollusques

(Lamellibranches, Prosobranches, Opisthobranches, Scaphopodes), recueillis à bord du *Pola* pendant les expéditions faites de 1890 à 1894.

1° Sciences physiques. — **Observatoire de Vienne** : Ensemble des observations météorologiques et magnétiques faites pendant le mois de janvier. — M. **Karl Brunner** : L'action du chlorure de zinc alcoolique sur l'isobutylidenméthylphénylhydrazine donne naissance à une base quaternaire de la série de l'indol. L'acide chlorhydrique la transforme en triméthylindol; les oxydants donnent une base appelée indolinone correspondant à la quinolone. Les actions de l'acide azotique, de l'eau de brome, des agents réducteurs, sont étudiées.

2° Sciences naturelles. — M. **Hugo Zuckel** envoie sa troisième communication sur les études morphologiques et biologiques des excroissances produites sur les végétaux par les piqûres de certains insectes. — M. **F. Steindachner** lit une notice relatant les diverses phases de la dernière expédition du *Pola* dans la mer Rouge.

1° Sciences mathématiques. — M. **Adalbert Rey** : Sur la Voie lactée.

2° Sciences physiques. — M. **Weinek** adresse deux agrandissements de photographies de la lune faites à l'observatoire de Lick (Californie), avec une notice où l'auteur expose les découvertes de nouveaux cratères signalés par ces photographies. — M. **Haschek** : Spectres ultra-violets des éléments (argent, cuivre, manganèse, wolfram). — M. **Hugo Schrœtter** : Recherches sur les albumoses. (V. Communication.) L'auteur s'est proposé d'établir que la formation d'albumose et de peptone, à partir du blanc d'œuf, est bien due à un phénomène d'hydrolyse, comme les expériences de Hofmeister et de Henninger tendent à le faire admettre. L'anhydride acétique agissant sur le chlorhydrate de peptone de Paal ne donne jamais d'albuminoïde, mais un produit acétylé d'une albumose. — M. **Ludwig Braun** : Action de l'aldéhyde isobutyrique sur les acides malonique et cyanacétique. — M. **Herzig** : Isomère de l'acétylaurine. L'acide acétique donne avec l'aurine deux acétylaurines que l'auteur établit être stéréo-isomères et semblables à certains produits d'hydrolyse obtenus avec d'autres combinaisons aromatiques. — MM. **Weidel** et **Roithner** : Structure de quelques amides acides. L'action de l'hypobromure de potassium sur les amides des acides succinique, tartrique et malonique donne naissance à des uréides. La succinimide donne la β-lactylurée $C^4H^6Az^2O^2$, la tartramide la β-méthyl-βlactylurée; la malonamide est complètement décomposée.

3° Sciences naturelles. — M. **Knoll** : Sur les corpuscules sanguins des Vertébrés à sang chaud.

CHRONIQUE

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES PROPRIÉTÉS ET SUR L'ORIGINE DES RAYONS X

Depuis la publication de mes premiers travaux [1], — que j'ai été forcé d'interrompre pendant plusieurs semaines, — j'ai obtenu quelques résultats nouveaux, et puis aujourd'hui faire connaître les suivants :

I

Au moment de ma première publication, je savais que les rayons X possèdent la propriété de décharger les corps électrisés et je supposais que c'est aux rayons X et non aux rayons cathodiques, — lesquels, dans les expériences de Lenard, traversaient sans modification la fenêtre d'aluminium de son appareil, — qu'il faut attribuer l'action sur les corps électrisés éloignés qu'a observée ce savant. J'ai attendu, pour publier mes recherches, d'être en état de communiquer des résultats indiscutables.

Ces résultats ne s'obtiennent que quand on effectue les observations dans un espace mis absolument à l'abri non seulement du champ électrostatique émanant du tube à vide, des fils conducteurs, de la bobine d'induction, mais aussi de l'air qui vient du voisinage de l'appareil de décharge.

Pour réaliser ces conditions, j'ai fait construire, avec des lames de zinc soudées l'une à l'autre, une chambre de dimension suffisante pour contenir ma personne et les appareils nécessaires, fermée hermétiquement, sauf une ouverture close par une porte de zinc. La paroi opposée à la porte est couverte de plomb sur une grande partie de sa surface ; en un point voisin du lieu où se trouve, à l'extérieur, la bobine d'induction, la paroi de zinc a été enlevée sur une longueur de 4 centimètres, avec la lame de plomb qui la recouvre, et l'ouverture a été refermée hermétiquement par une lame d'aluminium mince. Les rayons X peuvent pénétrer par cette fenêtre à l'intérieur de la chambre d'observation.

Voici maintenant ce que j'ai constaté :

1. — Des corps électrisés, positifs ou négatifs, conservés dans l'air, se déchargent quand on les expose aux rayons X, et cela d'autant plus rapidement que les rayons sont plus intenses. On évaluait l'intensité des rayons d'après leur action sur un écran fluorescent ou sur une plaque photographique.

En général, il est indifférent que les corps électrisés soient isolants ou conducteurs. Jusqu'ici je n'ai d'ailleurs observé aucune différence spécifique entre les façons dont se comportent les différents corps au point de vue de la rapidité de la décharge ; le signe de l'électricité ne semble pas avoir d'influence. Toutefois, il n'est pas certain que de petites différences n'existent pas.

2. — Quand un conducteur électrisé est plongé, non plus dans l'air, mais dans un isolant solide, par exemple la paraffine, l'action des rayons est la même que celle d'une flamme mise à la terre qui lécherait la couche isolante.

3. — Si l'on recouvre la couche isolante d'un conducteur qui l'entoure étroitement et qui soit mis à la terre, les rayons X n'exercent aucune action que j'aie pu déceler avec les moyens dont je disposais, même quand le second conducteur et l'isolant sont pris sous des épaisseurs assez faibles pour être transparents aux rayons X.

4. — Les observations rapportées ci-dessus en 1, 2, 3 prouvent que l'air qui a été exposé aux rayons Röntgen a acquis la propriété de décharger les corps avec lesquels il vient en contact.

5. — S'il en est bien ainsi et si, en outre, l'air conserve encore cette propriété quelque temps après son exposition aux rayons X, il doit être possible de décharger les corps électrisés qui n'ont pas été eux-mêmes atteints par les rayons, en amenant sur eux l'air qui a reçu le rayonnement. On peut, de plusieurs façons, se convaincre que cette conséquence se vérifie. J'indiquerai une manière, qui n'est pas la plus simple, de disposer l'expérience. Je me servais d'un tube de laiton de 3 centimètres de diamètre et de 45 centimètres de longueur; à quelques centimètres d'une des extrémités, on avait enlevé une portion de la paroi, qu'on avait remplacée par une plaque d'aluminium mince ; à l'autre extrémité, qui est fermée hermétiquement, est fixée une sphère de laiton portée par une tige métal-

[1] Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 janvier 1896, pages 59 à 63.

lique isolée des parois du tube. Entre la sphère et l'extrémité fermée du tube est soudé un petit tube latéral relié à un aspirateur ; quand on aspire, la sphère de laiton se trouve baignée dans un courant d'air, qui, en suivant le tube, a passé devant la fenêtre d'aluminium. La distance de la fenêtre à la sphère est d'environ 20 centimètres. Ce tube était disposé dans la chambre de zinc, de telle façon que les rayons X pussent pénétrer à travers la fenêtre d'aluminium, normalement à l'axe du tube ; la sphère isolée était en dehors de la région traversée, dans l'ombre. Le tube et la chambre de zinc étaient en communication conductrice ; la sphère était reliée à un électroscope de Hankel.

On constata qu'une charge, positive ou négative, communiquée à la sphère, n'est pas modifiée par les rayons X tant que l'air du tube reste en repos, mais que la charge commence à diminuer rapidement dès qu'une aspiration énergique amène sur la sphère l'air exposé aux rayons. En mettant la sphère en relation avec des accumulateurs, de façon à maintenir son potentiel constant et en aspirant constamment par le tube l'air exposé au rayonnement, on voit se produire un courant électrique, comme si la sphère était mise en relation avec la paroi du tube par un corps mauvais conducteur.

6. — Une question se pose : Comment l'air peut-il perdre la propriété que lui ont communiquée les rayons X ? La perd-il avec le temps, de lui-même, c'est-à-dire sans venir au contact d'autres corps ? La réponse est encore douteuse. Par contre, il est certain qu'un contact de courte durée avec un corps de grande surface rend l'air inactif ; il n'est pas nécessaire que le corps soit électrisé. Par exemple, si l'on introduit dans le tube un tampon d'ouate suffisamment épais, à une profondeur telle que l'air exposé aux rayons doive le traverser avant d'atteindre la sphère électrisée, la charge de la sphère reste invariable pendant l'aspiration.

Si le tampon est en deçà de la fenêtre d'aluminium, le résultat est le même que s'il n'existait pas, preuve que ce ne sont pas les poussières qui occasionnent la décharge observée.

Des toiles métalliques agissent comme l'ouate ; mais la toile doit être très fine, et il faut disposer l'une sur l'autre plusieurs toiles, pour que l'air qui les a traversées devienne inactif. En reliant ces toiles, non plus, comme nous l'avons supposé jusqu'ici, à la terre, mais à une source d'électricité de potentiel constant, l'expérience a toujours confirmé mes prévisions ; mais ces recherches ne sont pas encore achevées.

7. — Quand on place les corps électrisés, non plus dans l'air, mais dans l'hydrogène sec, les rayons X les déchargent également. La décharge dans l'hydrogène m'a paru un peu plus lente ; toutefois, le fait reste encore incertain, à cause de la difficulté qu'il y a à obtenir des rayons de même intensité dans deux expériences successives.

La façon dont on a rempli l'appareil d'hydrogène permettait d'affirmer que la couche d'air condensée primitivement à la surface des corps n'avait pas joué un rôle essentiel dans la décharge.

8. — Dans un vide poussé assez loin, la décharge d'un corps directement atteint par les rayons X se produit beaucoup plus lentement — dans un cas, soixante-dix fois plus lentement — que dans la même enceinte remplie d'air ou d'hydrogène à la pression atmosphérique.

9. — Des expériences sur l'action des rayons X sur un mélange de chlore et d'hydrogène sont en cours d'exécution.

10. — Enfin, je voudrais indiquer que les résultats d'expériences sur la décharge par les rayons X, dans lesquelles on n'a pas tenu compte de l'influence du gaz environnant, ne doivent être admis qu'avec circonspection.

II

Dans bien des cas, il est avantageux d'intercaler entre l'appareil à décharges, producteur de rayons X, et la bobine de Ruhmkorff, un appareil Tesla (condensateur et transformateur). Cette disposition présente les avantages suivants : d'abord, les tubes à décharge risquent moins de se percer et s'échauffent moins ; ensuite le vide, au moins dans les appareils que j'ai préparés moi-même, se conservait plus longtemps, et enfin, beaucoup d'appareils donnent des rayons X plus intenses. Avec des appareils dans lesquels le vide n'est pas suffisant ou est trop fort pour qu'ils puissent fonctionner avec la bobine de Ruhmkorff seule, le transformateur de Tesla peut être employé avec succès.

Une question qui se pose immédiatement — et je me permets de la soulever sans pouvoir, pour le moment, contribuer à y répondre — est de savoir si une décharge continue, à potentiel constant, peut donner naissance à des rayons X, ou si, au contraire, les oscillations du potentiel sont absolument nécessaires à leur production.

Dans ma première publication [1], j'ai indiqué que les rayons X peuvent prendre naissance, non seulement sur le verre, mais encore sur l'aluminium. En poursuivant mes recherches dans cette voie, je n'ai trouvé aucun corps solide qui, exposé aux rayons cathodiques, ne pût donner naissance aux rayons X. Je n'ai rencontré non plus aucun fait qui pût me faire croire que les liquides et les gaz ne se comportent pas de la même façon.

Par contre, j'ai observé des différences dans le rendement en quantité des divers corps. Par exemple, si l'on fait tomber les rayons cathodiques sur une plaque dont une moitié est constituée par une lame de platine de 0,3 millimètre d'épaisseur, et l'autre moitié par une lame d'aluminium de 1 millimètre d'épaisseur, on observe, en prenant une image photographique de cette plaque à la chambre obscure, que la lame de platine envoie par sa face antérieure, exposée aux rayons cathodiques, beaucoup plus de rayons X que la lame d'aluminium du même côté. Sur l'autre face, au contraire, les rayons X n'ont, sur le platine, qu'une intensité pour ainsi dire nulle, tandis qu'il en part beaucoup de l'aluminium. Ces derniers rayons ont pris naissance dans les couches antérieures de la lame d'aluminium, et l'ont ensuite traversée.

On peut s'expliquer facilement ces résultats, mais il serait bon de continuer d'abord l'étude des propriétés des rayons X. Il faut observer que les faits précédents ont une grande importance pratique. D'après les essais que j'ai effectués jusqu'ici, le platine est le corps qui produit les rayons X les plus intenses. Je me sers depuis plusieurs semaines avec grand avantage d'un tube à décharges dans lequel la cathode est un miroir concave et l'anode une lame de platine fixée au centre de courbure du miroir et inclinée de 45° sur son axe.

Les rayons X, dans ce tube, partent de l'anode. D'expériences faites sur des tubes de formes diverses, je puis conclure qu'il est indifférent, au point de vue de l'intensité des rayons X, que le corps sur lequel ils prennent naissance soit ou non l'anode.

Pour exécuter spécialement des expériences avec les courants alternatifs du transformateur Tesla, je fais construire actuellement un tube à décharges dans lequel les deux électrodes sont des miroirs concaves d'aluminium dont les axes sont à angle droit ; au centre de courbure commun est fixée une lame de platine exposée aux rayons de cathode. Je rendrai compte, plus tard, de la façon dont a fonctionné cet appareil.

W. Rœntgen,
Professeur de Physique
à l'Université de Würtzbourg.

[1] Voyez à ce sujet mon article dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1896. (§ 13 de mon article.)

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

7e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'UTILISATION DE LA VIANDE DES ANIMAUX MALADES

La *Revue* a reçu, depuis quelque temps, de nombreuses demandes au sujet de l'utilisation de la viande des animaux malades. Cette question, toute d'actualité en Hygiène, préoccupe, fort justement, ceux de nos abonnés qui, à des titres divers, médecins, chefs d'usines, etc., ont à surveiller l'hygiène de l'alimentation dans les grandes agglomérations ouvrières. Il est certain que, dans nos grands centres industriels, des viandes provenant d'animaux tuberculeux sont couramment vendues au rabais. Certains correspondants nous demandent dans quelle mesure les précautions exigées à ce sujet par les règlements administratifs sont observées. D'autres, plus soucieux des intérêts agricoles, désireraient, au contraire, tempérer la sévérité de la loi. Nous ne pouvons que leur indiquer l'état présent de la question :

1° L'arrêté du 28 juillet 1888 proscrit la vente des viandes d'animaux reconnus tuberculeux.

2° Beaucoup de vétérinaires s'élèvent contre le caractère trop absolu de cette interdiction, et plusieurs ont produit, à l'appui de leur opinion, des faits d'où il ressort que certaines parties d'un animal attaqué par le bacille de Koch peuvent être saines. On le savait d'ailleurs. Mais la difficulté est de préciser, dans chaque cas, la limite de contamination. Quoi qu'il en soit à cet égard, le *Comité consultatif d'Hygiène de France* a décidé d'ailleurs que les bœufs pourraient être consommés tant que la tuberculose n'est pas généralisée.

3° Au congrès de l'*Association française*, tenu l'an dernier à Grenoble, M. Deshayes a fait voter par la Section d'Hygiène le vœu que tout animal atteint de tuberculose, même localisée, soit impitoyablement rejeté de la consommation.

4° Au congrès allemand d'Hygiène, tenu à Würzbourg, cette question a fait l'objet d'une importante discussion. Le rapporteur, M. Lydtin, a insisté sur les points suivants :

En Allemagne, l'inspection de la viande fait deux parts dans les viandes examinées : l'une qui est la viande marchande, l'autre qui ne peut servir à l'alimentation. Mais les viandes de la première partie comprennent deux catégories : d'une part, la viande absolument saine, destinée à l'étal des boucheries ; de l'autre, la viande inférieure, provenant d'animaux malades, mais pourtant inoffensive (?). Or, cette seconde catégorie comprendrait, annuellement, près de 9.158.220 kilogs.

Dans la plupart des villes, les viandes sont vendues dans des marchés spéciaux (Freibank), mis en régie presque partout par les communes. Les règlements spéciaux à chaque ville paraissent jusqu'ici n'avoir eu qu'un seul but : faire connaître à l'acheteur la nature du produit vendu. Mais un tel avertissement n'est pas suffisant, et ce que demandent les hygiénistes, c'est que partout cette viande ne soit livrée qu'après cuisson au consommateur.

Quant aux viandes, le Congrès s'est rallié à l'opinion de ne les livrer qu'après stérilisation.

C'est ainsi qu'à Berlin et à Lübeck, on utilise les étuves à vapeur de Rohrbeck et de Menneberg. Ces opérations, faites en grand, sont très économiques et, à Berlin, on peut donner ainsi aux classes pauvres de la viande inoffensive à un franc le kilogramme, avec un bon bouillon en plus.

554,96

LA STRUCTURE ET L'HISTOIRE DES BALKANS

D'APRÈS M. FRANZ TOULA

Tous ceux qu'intéresse le progrès de l'exploration des Balkans savent quels titres s'est acquis en cette matière M. Franz Toula, le savant géologue viennois. Elève et ami de Ferdinand de Hochstetter, qui l'avait pris pour collaborateur, il a pu recueillir aussi de précieuses indications de la part d'Ami Boué, le premier explorateur de ces contrées, si difficiles d'accès, et, depuis vingt ans, il leur consacre le meilleur de son activité. Après avoir publié, sous les auspices de l'Académie de Vienne, tout un ensemble de travaux sur les parties occidentale et centrale de la chaîne, M. Toula vient de mettre la dernière main à une étude du Balkan oriental, qui paraît dans les mémoires de l'Académie avec une carte géologique au 300000e.

Ce travail comprend une courte introduction, où l'auteur mentionne les sources dont il a profité en dehors de ses observations personnelles, notamment les études de MM. Sanner et Skorpil. Après quoi, renvoyant à ce qu'il a déjà publié lui-même sur les divers points de détail, il résume en quelques pages, non seulement la structure et l'histoire du Balkan oriental, mais celles de la chaîne tout entière[1].

C'est ce résumé que nous croyons devoir offrir aux lecteurs de la *Revue*, sous la forme d'une traduction presque littérale, et d'où nous avons seulement élagué quelques menus détails, en simplifiant notamment l'énumération des localités.

I. — Coup d'œil sur les formations représentées dans le Balkan oriental.

§ 1. — Quaternaire.

La plaine qui s'étend en avant du Balkan est, sur de grandes étendues, recouverte par une nappe de *loess*, où se rencontrent des restes des grands Mammifères quaternaires. En beaucoup de points, sous la couverture de loess, on voit apparaître les formations plus anciennes, soit dans les plus profondes entailles fluviales, soit sous la forme de protubérances locales. De même que, dans la partie occidentale, ce sont d'abord les calcaires et les grès calcaires du crétacé inférieur qui se montrent pour faire place, plus à l'est, aux calcaires marneux et aux grès de la partie moyenne et supérieure du système; ainsi, sur les plaines uniformes de la Bulgarie orientale, on doit s'attendre, comme en Roumanie, à voir les formations sarmatiennes apparaître çà et là au-dessus de la craie.

En fait de Quaternaire marin, il y a lieu de mentionner la présence de dépôts très récents à l'ouest de Varna. Ces dépôts occupent la rive méridionale du lac Devno, ancienne lagune tardivement isolée de la mer comme les lagunes des environs de Bourgas. Il est actuellement difficile de dire quelle relation existe entre ces dépôts et les assises marines très récentes, de caractère franchement méditerranéen, que M. Toula a dernièrement observées sur le bord des Dardanelles.

Les blocs isolés de roches cristallines sont fréquents dans les forêts qui bordent le Balkan. On y rencontre des granits, des diorites, des porphyres, des porphyrites et des andésites. Des cailloux roulés de ces dernières se trouvent au nord de Tekenlik, en allant vers Provadia. Il est à remarquer que tous ces gisements se trouvent subordonnés aux affleurements du flysch balkanique. D'autre part, certains grès grossiers et conglomérats de couleur claire, comme ceux qui existent entre Osmanbazar et Sliven, sont extrêmement riches en blocs, gros comme la tête, de granit et d'andésite. Cette circonstance, qui rappelle les *blocs exotiques* des Carpathes, indique que, dans la région du flysch du Balkan oriental, il a dû exister en place des roches massives qu'on n'y voit plus aujourd'hui. Jusqu'à quel point les blocs isolés peuvent-ils être attribués à la destruction de conglomérats qui les auraient contenus? Cela est difficile à dire. Toujours est-il que, d'après les constatations, faites par M. Skorpil, de gisements d'andésite entre Provadia et Aïtos, de granit et de diorite un peu plus à l'ouest, à Aivadzik, il est de ces blocs qui doivent être considérés comme représentant des débris de massifs encore en place.

§ 2. — Dépôts néogènes.

En dehors des sables à *Mytilus* de Varna, il y a lieu de mentionner un gisement limité de couches à congéries (peut-être *Congeria subcarinata* Desh.) à Pirgos, à l'ouest de Routschouk. Des graviers de l'âge de ceux du Belvédère se rencontrent à Lidza, près de Bourgas, ainsi que près de l'embouchure du Kamcik dans la mer Noire. Les graviers de Kajali, au N.-O. de Bourgas, ont fourni des dents de la grosseur de celles du genre américain *Menodus*, et qui font aussi penser au *Macrotherium* (*Ancylotherium*) *pentelicum* de Gaudry et Lartet, trouvé à

[1] *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, Vienne; séance du 10 octobre 1895.

Pikermi près d'Athènes. M. Toula a signalé l'analogie de ces restes avec ceux de *Brachydiastematherium transsilvanicum* Böckh, tandis que, pour M. von Zittel, on devrait les rapporter au genre *Leptodon* Gaudry.

Les dernières explorations de l'auteur ont mis en lumière la grande extension des dépôts *sarmatiens* au nord de Varna et sur les bords de la mer Noire, au moins jusqu'au delà de Balcik, où le plateau qui s'élève au nord du lac Devno, et qui est coupé à pic du côté du sud et de l'est, se montre couvert tout en haut d'une nappe épaisse de bancs coquilliers sarmatiens, avec calcaires troués, oolithes et grès du même âge.

Mactra podolica, *Tapes gregaria*, *Cardium obsoletum*, *C. protractum*, *Buccinum duplicatum*, *Trochus* cf. *pictus*, *Paludina Frauenfeldi* sont les espèces les plus abondantes de ce dépôt, où les Cérithes sont rares. Sur le versant du Bujuk-Franga, au nord-ouest de Varna, existe un banc de calcaire compact avec Gastropodes fortement enroulés (Cérithes). Le développement des marno-calcaires sarmatiens est particulièrement considérable près de Balcik, où la forme typique de *Mactra podolica* est accompagnée d'une masse de formes à valves épaisses, petites et de contour nettement triangulaire, distinguées par M. Toula sous le nom de *Mactra bulgarica*. Beaucoup d'espèces nouvelles leur font cortège, entre autres *Turbo Barbotii*, déjà trouvé à l'ouest, dans le district de Timok, ainsi qu'à Varna. Les Gastropodes herbivores y abondent. Au-dessous apparaissent des grès et des marnes à Foraminifères (*Polystomella*).

Il est à remarquer qu'au sud de Varna on ne revoit les dépôts sarmatiens que près de Misivri et de Bourgas, c'est-à-dire de l'autre côté de la chaîne.

Au nord de Varna, sous les dépôts en question, apparaissent, remarquablement développées, les *couches à Spaniodon*, que M. Toula a fait connaître antérieurement sur le bord méridional du golfe de Varna ainsi que sur la route conduisant à Bourgas. Ces formations ont une certaine analogie avec celles de la côte sud-ouest de Crimée. Au-dessous du Sarmatien, on voit d'abord des grès tendres, marneux et des sables sans fossiles, qui surmontent quelques bancs minces et solides où abonde *Spaniodon Barbotii*. En raison des nombreuses bacillaires trouvées par M. Pantocsek, M. Toula les nomme *schistes à diatomées*. Ils surmontent les sables et grès à *Spaniodon*, dont la base est formée par l'*oolithe à Pecten*.

Les couches à *Spaniodon* paraissent s'étendre jusqu'à la vallée du Kamcik. Elles y sont représentées par des marnes, des calcaires, des grès quartzeux et des sables, où de rares valves de *Spaniodon* sont accompagnées des genres *Helix*, *Bithynia* et *Rissoa*. Leur toit est un calcaire à *Phola bulgarica*.

L'*oolithe à Pecten* renferme un très grand nombre d'échantillons de *Pecten* cf. *Eichwaldi* Res., avec *Chama minima*, *Lucina* cf. *Dujardini* Desh. et de petits cérithes ornés ; mais quelques formes rappellent le Sarmatien. Plusieurs bancs de marnes subordonnées sont très riches en *Helix Varnaënsis*, qu'accompagnent des bivalves marines de petite taille, entre autres *Ervilia pusilla*.

En somme, bien que l'oolithe à *Pecten* soit à la base des couches à *Spaniodon*, il est à remarquer que ces dernières, aussi bien que les dépôts sarmatiens superposés, peuvent prendre localement des faciès oolithiques très semblables.

§ 3. — Dépôts éogènes.

Le tertiaire ancien est représenté, avec certitude, par l'*Oligocène* et l'*Eocène*. L'une des trouvailles les plus intéressantes est celle d'une faune oligocène inférieure au bord de la lagune de Vajakioï, à l'ouest de Bourgas. *Nummulites Beaumonti* s'y rencontre avec une riche faune de Gastropodes et de Pélécypodes, que M. von Kœnen a étudiée, et qui fait ressortir la grande analogie du gisement de Bourgas avec ceux de Sokolow dans la Russie méridionale, de Brockenhurst (île de Wight), d'Helmstädt, de Bünde, du Samland et de la mer d'Aral. Bourgas établit donc une jonction entre la mer oligocène du nord de l'Allemagne et celle du versant sud des Alpes, et ainsi se confirme l'hypothèse, émise par M. von Kœnen, que ces deux mers ont dû communiquer par l'est.

Il convient de mentionner les *marnes à cyrènes* (*Cyrena semistriata* Desh.) qui apparaissent entre Calikavak et Aïtos, au milieu de la zone du flysch. Un gisement de même âge, dans le district de Camdere, a fourni des nummulites et des *Lithothamnium*. Ces formations paraissent très développées aux environs de Bourgas.

Des Nummulites ont été retrouvées en de nombreux points. Elles étaient déjà connues à Tirnova, dans le flysch de Gabrovo, près de Sliven et dans le Balkan d'Eminé, où elles apparaissaient avec les genres *Assilina*, *Orbitoides*, en compagnie de *Serpula spirulæa*. Depuis lors, M. Toula a reconnu, à Gebedze, la présence de calcaires à nummulites, concordant avec la craie à *Belemnitella mucronata*. Le gisement, depuis longtemps indiqué, de grès à nummulites, qui, à l'ouest de Varna, supporte les couches à *Spaniodon*, a été reconnu pour un débris d'une couverture bien plus étendue qu'on ne l'avait d'abord admis. Le même grès existe encore près de Provadia, où il est riche en nummulites et en alvéolines. Près de Varna, des grès à grandes

nummulites renferment, avec des anomies, des exemplaires à coquilles exceptionnellement épaisses d'*Ostrea gigantica* Brand.

§ 4. — Le flysch du Balkan et de la Sredna Gora.

Il n'y a pas de doute que la formation du Flysch balkanique ne renferme, comme c'est le cas partout ailleurs, des couches allant de la Craie supérieure jusqu'à l'Oligocène. Distinguer, dans la région, un flysch éocène et un flysch crétacé, est chose actuellement impossible. Pour le moment, M. Toula a dû se borner à séparer un certain nombre de types, se distinguant par leurs roches ou par leurs fossiles; ainsi les *calcaires à silex* au nord de Sliven et au sud de Gulica; de même les *schistes marneux* et les *calcaires marneux*; puis les grès tendres clairs, se débitant à l'air en boules (Osmanbazar, Urbica, etc.); enfin les traînées de flysch à *hiéroglyphes* et à *fucoïdes*. Les premiers sont surtout nets au nord d'Osmanbazar, au nord-est de Sliven et sur la route de Varna à Bourgas, où se trouvent de beaux échantillons des *Palæodictyum ponticum* et *Zoophycos* (?) *bulgarica*.

Une séparation s'impose aussi pour les grès, schistes marneux et marnes calcaires de la Sredna Gora et du Karadza Dagh, souvent associés à des tufs d'andésite.

C'est à Burgudzi et Aïtos, au sud, à Bairamdere au nord du Balkan de Calivalak, que les fossiles indiquent le plus nettement du flysch crétacé.

§ 5. — La formation crétacée.

1° *Dans le Balkan*. — Dans tout le territoire occupé par le flysch, il y a, comme nous venons de le dire, des gisements de fossiles crétacés, disséminés aussi bien à l'est et à l'ouest qu'au nord et au sud; de telle sorte qu'on en peut légitimement conclure que la formation occupait, dans l'origine, tout l'espace où se manifeste aujourd'hui le flysch balkanique plissé. Ainsi, le crétacé supérieur, avec huîtres voisines d'*Ostrea vesicularis*, est connu au nord de Kotel. La craie à inocérames se montre entre Binkos et Sarijar comme autour de Sliven, et cela sous une forme pétrographique rappelant absolument les marno-calcaires à ananchytes et à inocérames du Balkan central. Des roches tout à fait analogues se voient sur le versant sud du Balkan de Urbica, et Hochstetter a signalé la craie à inocérames dans la Sredna Gora, près du bord du bassin de la Toundja. Enfin une ammonite de type crétacé a été trouvée près de Bairamdere.

Le *Cénomanien* paraît représenté en certains points, notamment près de Calikavak, où il y a des calcaires à nucléolites.

L'*Urgo-aptien* peut réclamer les couches à orbitolines de Kotel (qui montent en partie jusqu'au Cénomanien, comme le prouve la trouvaille d'*Acanthoceras Mantelli*), ainsi que les *calcaires à caprotines* des chaînes de Sliven et de Calikavak.

Des schistes marneux, d'âge *néocomien* incontestable, apparaissent comme suite de la zone néocomienne d'Elena, au nord de Catak et à Huivan. *Belemnites dilatatus* et divers *Aptychus* prouvent le bien fondé de cette attribution. Ces marnes démontrent que le néocomien, si répandu en couches peu dérangées dans le pays pré-balkanique, s'étend aussi sur le territoire des grandes dislocations de la chaîne. Dans le défilé qui se trouve au nord du massif de Preslav, on a recueilli plusieurs ammonites, dont les unes, comme *Hoplites cryptoceras*, permettent une détermination rigoureuse pour l'âge du terrain, tandis que d'autres, comme certaines formes de *Desmoceras*, d'*Holcodiscus* et de *Schloenbachia* (?), fournissent des indications un peu moins précises.

2° *Dans le pays pré-balkanique*. — La limite septentrionale des grandes dislocations affectant le flysch crétacé et tertiaire s'étend à l'est jusqu'à la grande vallée de l'Alkili Kamcik; après quoi, elle se dirige vers l'O.-N.-O.

C'est en couches absolument exemptes de dislocations ou du moins presque horizontales, que le Crétacé apparaît dans les plateaux qui s'étendent à l'est du massif isolé de Schoumla jusqu'au delà de Varna, en même temps qu'on les voit se poursuivre très loin vers le nord. Ils forment ainsi la continuation de la zone crétacée au faciès nord-européen, qui apparaît à découvert sur les bords du Vid, de l'Osma et de la Jantra. Cette zone joue, en avant du flysch balkanique plissé, le même rôle que la craie supérieure du nord-est de la Galicie, relativement au flysch et aux grès des Carpathes.

Le couronnement du plateau crétacé de Schoumla est formé par le Sénonien supérieur à silex, riche en fossiles, comme *Ananchytes ovata*, *Ostrea vesicularis*, *O. Matheroniana*, *Vola quadricostata*, *Inoceramus Cripsi*, etc. Cet étage se retrouve aussi à Provadia sous le grès à nummulites.

Au-dessous vient le Turonien supérieur. A Schoumla, c'est un grès fin à *Trigonia scabra*. A Provadia, c'est une marne crayeuse et sableuse à inocérames, avec grès glauconieux. Ces dépôts sont faciles à paralléliser avec ceux de Crimée.

Au sud-ouest de Provadia, le Crétacé supérieur apparaît dans un défilé, sous forme de bancs plongeant vers le nord. On y voit des calcaires à silex avec grosses Térébratules (*Terebratula bulgarica*), des calcaires sableux à *Orbitoïdes* et *Ostrea* cf. *vesicularis*, des grès verts à *Janira quinquecostata*, etc. C'est un morceau de la formation qui commence

à subir l'influence des dislocations balkaniques.

Non loin de Gebedze, on observe des marnes sableuses à nombreux Spongiaires, supportant des argiles plastiques avec *Desmoceras*, dont l'un est *D. Beudanti*, tandis que l'autre se rapporte à une forme connue dans le Barrémien de Wernsdorf. Ces formations sont couronnées en concordance par des grès à *Janira quinquecostata* et *Rhynchonella compressa*, au-dessus desquelles vient la marne blanche crayeuse à *Belemnitella mucronata*, *Inoceramus Cripsi*, *Terebratula carnea*, *Rhynchonella octoplicata*. Enfin l'existence du Cénomanien supérieur semble prouvée près de Schoumla par l'existence de radioles des *Cidaris Sorigneti* et *C.* cf. *subvesicularis*, avec les *Ostrea haliotoidea* et *O. lateralis*. Ces fossiles sont contenus dans des grès calcaires à gros grains, qui rappellent certains membres de la craie de Bohême.

Le Crétacé inférieur est également très développé dans la plaine pré-balkanique.

C'est surtout autour de Routschouk que domine le faciès des *calcaires à requienies* et des *couches à orbitolines*. M. Toula a recueilli au bord même du Danube, ainsi que dans la vallée du Lom, de nombreux Rudistes, *Requienia Petersi*, *R.* cf. *ammonia*, *R.* cf. *gryphoides*, *Monopleura* aff. *trilobata*. Les couches sableuses oolithiques à orbitolines renferment, avec *Orbitolina lenticularis*, des polypiers et des radioles d'oursins.

Le *Barrémien* est représenté à coup sûr aux environs de Rasgrad, par des couches fossilifères qui concordent parfaitement avec les formations de même âge des Alpes françaises. On y trouve, entre autres, *Desmocceras difficile*, *Holcodiscus Perezianus*, *Crioceras* cf. *Tabarellii*, *C. dissimile*, *Ostrea aquila*. Du reste, il existe à Rasgrad des horizons inférieurs, comme les couches à *Holcodiscus incertus* et celles qui renferment des types du Hils de Hanovre, *Hoplites oxygonius* Neum. et Uhlig, *Crioceras* cf. *curvinodus*.

Le Néocomien moyen existe sûrement près de Schoumla, où il est représenté par des couches à *Holcodiscus Astierianus*, *Crioceras Duvali*, *Haploceras Grasianum*, *Belemnites* cf. *subfusiformis*.

Il y a lieu de mentionner la présence, entre Rasgrad et Eski Djouma, de couches à Criocères rappelant les *C. difficile* et *C. Villersianum*. Dans le Balkan de Derbent, *Hoplites cryptoceras* abonde, avec *Crioceras Duvalii*. Mais M. Toula y a également recueilli un *Hoplites* cf. *Malbosi*, qui indiquerait la présence de l'horizon de Berrias, ainsi qu'un échantillon d'*Aptychus Didayi*.

Le dernier voyage de l'auteur lui a permis de démontrer la grande extension des marnes néocomiennes, qui affleurent partout à la base du plateau de craie. Au nord-ouest de Provadia, *Belemnites dilatatus* se recueille en nombreux individus. Les mêmes marnes à *Bel. dilatatus* se montrent près de Schoumla, et pénètrent jusque dans la région du flysch, comme le prouve la trouvaille faite à Huivan. Les marnes néocomiennes se poursuivent au sud de Schoumla jusqu'auprès du Kamcik, où l'on trouve à la fois *Bel. dilatatus* et *B. minimus*, avec *Desmoceras* cf. *Beudanti* et *Hoplites* cf. *interruptus*.

§ 6. — Jurassique.

Le Jurassique n'apparaît au Balkan oriental, comme le trias, que dans la région plissée au milieu du flysch. Les affleurements sont beaucoup plus limités que dans le Balkan occidental, où M. Zlatarski a trouvé (massif de Berkovica) des fossiles du *Malm* et du *Lias*.

Dans le Balkan oriental, le Jurassique ne semble apparaître qu'à la faveur de dislocations qui l'ont fait pointer au dehors. Tel est l'affleurement de grès à bélemnites qui surgit à Eski-Djouma au milieu du néocomien très disloqué. Près de Kotel, M. Toula a recueilli un calcaire à *Pentacrinites* cf. *basaltiformis nudus*, et des bélemnites qui semblent indiquer *B. tripartitus* en même temps que *B. giganteus* (lequel accuserait le Bajocien). Le défilé de Calikavak montre des calcaires à *Spiriferina Walcotti*, *Terebratula cornuta*.

§ 7. — Trias.

La connaissance du Trias dans le Balkan oriental a réalisé un nouveau progrès, depuis que les Hydrozoaires de Kotel, attribués d'abord au Cénomanien à titre de *Parkeria*, ont été restitués par M. Steinmann aux *Heterastridies*. Ce qui est remarquable, c'est que plusieurs des espèces déterminées n'étaient connues jusqu'à présent que du Karakorum ou des Indes.

Les quartzites triasiques de Binkos représentent la plus ancienne formation sédimentaire du Balkan oriental.

§ 8. — Roches éruptives.

On trouve au Balkan oriental des *granites*, des *porphyres*, des *porphyrites* et des *andésites*. Des *tufs andésitiques* et *palagonitiques* les accompagnent, ainsi que des *mélaphyres*, des *porphyrites micacées* et une *syénite micacée à augite*.

II. — Aperçu de la tectonique du Balkan.

Dans le deuxième volume, consacré à l'Europe, de la *Länderkunde* de Kirchhoff, M. Théobald Fischer, s'appuyant sur les documents recueillis jusqu'alors, a donné en 1893 un aperçu général sur la constitution géologique de la péninsule Balkanique. En beaucoup de points, cet aperçu est en

parfaite harmonie avec les vues exposées à diverses reprises, notamment en 1890 et 1891, par M. Toula. Ce dernier, notamment, avait fait ressortir l'opposition qui existe entre les chaînes plissées de l'est et du nord-ouest, d'une part, et le territoire à compartiments disloqués de l'est et du sud-est, territoire comprenant les Balkans. Comme limite approximative des deux régions, il indiquait la ligne qui va du Volo à l'embouchure de la Drina dans le Danube. Il montrait enfin comment, à l'est des chaînes nettement plissées, avec la direction des Alpes dinariques, entre ces chaînes et les montagnes plissées, de même direction, de la Serbie orientale, venait s'intercaler un fragment de roches anciennes, dirigé du sud-est au nord-ouest. Ce fragment, qui se reliait au grand massif rouméliote, apparaissait ainsi comme un éperon envoyé au nord-ouest par l'ancien continent, auquel appartient, avant tout, le territoire disloqué de schistes cristallins qui constitue le massif du Rhodope ou du Despoto-Dagh.

Parmi les éléments qui viennent d'être mentionnés, il y a lieu de faire ressortir quatre districts principaux : 1° La plaine pré-balkanique du nord ; 2° le système plissé du Balkan ; 3° la chaîne méridionale située en avant (Sredna Gora) ; 4° le district d'éruptions qui va de Jambol par Aïtos à Bourgas.

M. Fischer a désigné la troisième de ces individualités sous le nom d'*Antibalkan*, désignation qui pourrait sembler très bien appropriée, si elle n'avait l'inconvénient de créer un terme nouveau pour un accident déjà connu sous le nom de Sredna Gora. Quoi qu'il en soit, et malgré la concordance générale des vues que M. Fischer a pu concevoir dans son cabinet avec celles que l'observation du terrain a suggérées à M. Toula, celui-ci croit devoir faire, relativement au chapitre en question de la *Länderkunde*, un certain nombre de réserves. En premier lieu, il ne croit pas que le Balkan tout entier doive être considéré comme un fragment du massif à compartiments disloqués. Il y a, dans l'est de la péninsule balkanique, liaison intime du Balkan avec le massif en question. Mais le Balkan n'est pas, comme dit M. Fischer, le produit d'une dislocation *unilatérale* infligée au massif, et ce n'est pas à l'Ezrgebirge saxon qu'il convient de le comparer. Le Balkan ne doit pas non plus, sans autre explication, être dépeint comme « l'arête saillante du versant nord du compartiment archéen », et il ne convient pas d'affirmer que « les roches cristallines n'apparaissent que sur le côté abrupt et faisant face au sud de la cassure, tandis qu'au nord, du côté où le compartiment s'incline doucement, elles vont disparaître sous la couverture crétacée du plateau bulgare ». C'est avec les Carpathes qu'il eût mieux valu comparer le Balkan, ainsi que Boué l'a fait depuis longtemps. Attribuer le flysch plissé de la chaîne à des « plissements d'ordre secondaire » est aussi peu justifiable que si l'on voulait étendre la même explication aux Carpathes de Transylvanie.

Une autre affirmation n'est pas mieux fondée, à savoir celle d'après laquelle les roches du plateau bulgare apparaissent près de la ligne de crête et la dépassent très rarement au sud. Les formations voisines de cette ligne appartiennent presque toutes au faciès du flysch fortement plissé, tandis que ce mode de développement ne joue aucun rôle dans le plateau bulgare. Enfin, on ne voit pas bien pourquoi la présence du Paléozoïque dans le Balkan occidental serait mise en doute, puisque l'un au moins des systèmes paléozoïques, le Carbonifèrien, est représenté par un nombre suffisant de gîtes fossilifères. En revanche, il est parfaitement exact de dire que les grès analogues au grès carpathique prennent, vers l'est, une part croissante à la constitution de la crête.

Voici maintenant comment M. Toula croit qu'on peut retracer la tectonique et l'histoire du Balkan, sous les réserves que comporte l'état encore incomplet de nos connaissances :

§ 1. — Balkan oriental.

Les formations les plus anciennes sont les schistes cristallins archéens et les massifs granitiques qui s'y montrent, comme dans le Balkan de Berkovica. Ce sont, en fait, des fragments d'un ancien massif fracturé, tout comme sont les compartiments archéens de l'Erzgebirge hongrois et transylvanien. Ces roches ont été soumises, dans le Balkan occidental, aux mêmes efforts de refoulement et de compression qui se manifestent dans les montagnes de la Transylvanie et du Banat. On peut les considérer comme des morceaux de l'antique continent dont K. Peters en 1863, et M. de Mojsisovics en 1880, ont les premiers établi l'existence. Dans l'extrémité occidentale de la chaîne, M. Toula les a vus se présenter sous la forme d'un petit district d'abrasion. Ce sont les bords morcelés et les apophyses de la masse principale, demeurée dans le Rhodope à l'état de massif important, et rappelant tout à fait les pays d'anciennes montagnes rabotées, comme le noyau hercynien et le Plateau central de la France.

Un fragment, ou une série de fragments de cet antique continent, s'avancent en coin, comme il a déjà été dit, entre les formations sédimentaires de la Serbie orientale et de la Haute-Mésie, d'une part, et le Balkan occidental, de l'autre. Pendant ce temps, un compartiment distinct du premier joue un rôle important dans les parties culminantes du Balkan occidental, où ses roches affleurent en

partie au jour, ou bien forment le soubassement des grès rouges aux formes bizarres, qu'on voit souvent s'élever jusqu'à près de 2.000 mètres d'altitude. Vers l'est, ces apparitions du substratum ancien deviennent de plus en plus rares. Néanmoins, le fait de la continuation du terrain en profondeur est attesté par l'apparition de petits pointements granitiques isolés au milieu du flysch, ainsi que par la fréquence des blocs de même nature dans les conglomérats. Au commencement de la période crétacée, le terrain cristallin devait encore apparaître sous la forme de montagnes et de chaînes. Dans le Balkan d'Eminé, ces apparitions n'ont plus lieu, et on ne trouve que des blocs andésitiques et porphyritiques.

C'est au sud de cette zone de fragments isolés et repris par le soulèvement balkanique qu'apparaissent les masses continues, qu'on voit s'élever au delà de 2.300 mètres dans la région de la crête (Etropol, Teteven, Trojan, Kalofer). Là, de larges contreforts réunissent ces pointements au grand massif cristallin du Rhodope, en sorte que *cette portion de la chaîne* constitue vraiment le bord septentrional du territoire ancien de la partie orientale de la péninsule.

Un intérêt tout spécial s'attache à ces protubérances cristallines à l'est de Kalofer, sur le cours supérieur de la Toundja, dans le domaine du grand affaissement qui s'étend de Kalofer à Binkos, sur environ 100 kilomètres, au centre même du territoire cristallin. Là se dessine une zone de grandes cassures, comme il serait difficile d'en rencontrer une plus nette. Le bord septentrional du compartiment brisé forme le pied sud du Balkan central, tandis que l'autre est la Sredna Gora ou Antibalkan de Fischer. Dès 1884, M. Toula signalait l'alignement des sources thermales le long de cette cassure, qui paraît se croiser avec une autre fracture, courant à l'O.-N.-O. vers Sofia.

Dans cette zone fracturée, à l'exception d'un calcaire triasique et de quelques calcaires marneux d'âge indéterminé, il n'existe sur le bord méridional du Balkan aucune roche sédimentaire. On n'a donc pas le droit d'affirmer que la cassure soit du même âge que l'effondrement du bassin tertiaire de Sofia. Ce qui permet d'admettre, pour la formation du bassin oriental de la Toundja, un âge plus ancien, c'est la présence des dépôts oligocènes aux environs de Sliven. A la vérité, ces dépôts ont été affectés par les grandes dislocations finales de la chaîne; néanmoins ils indiquent l'existence d'un golfe, qui a pu s'étendre plus loin vers l'est et le nord-ouest. Peut-être se poursuivait-il sur le territoire occupé aujourd'hui par les andésites et leurs tufs. Cependant, les trouvailles d'inocérames, faites dans les tufs des environs d'Aïtos, indiquent que les éruptions avaient déjà commencé pendant le dépôt du Crétacé supérieur.

En tout cas, la vallée longitudinale de l'intérieur du Balkan, comme l'appelle Fischer, forme l'un des traits les plus remarquables de la péninsule, et son origine doit vraisemblablement être recherchée dans quelques-uns des épisodes tectoniques qui ont produit le refoulement et le plissement des formations sédimentaires de la chaîne. Elle suit en général la direction des plis. Les ruptures qui l'ont engendrée sont tout à fait analogues à celles qui accompagnent le pied méridional des Alpes et celui des Carpathes. Comme pour ces derniers, on voit au nord un grand plateau crétacé qui atteint le Danube, tandis que les anciens compartiments apparaissent au sud, et de puissantes masses éruptives se sont aussi fait jour dans la partie orientale du territoire de dislocation. Dans les deux régions, entre la plate-forme crétacée et les anciens massifs, le flysch a été comprimé. Seulement l'énergie de la compression, comme la puissance du flysch, paraissent avoir été un peu moindres dans les Balkans que dans les Carpathes. Cette moindre épaisseur expliquerait la fréquente apparition de roches anciennes au milieu des affleurements de flysch, surtout à l'est.

A ces influences tectoniques il faut ajouter celle de cassures transversales, comme en révèle la traînée des *cones basaltiques* qu'on suit sur 40 kilomètres dans la plaine en avant du Balkan central. Cette traînée, située entre la Jantra et l'Osma, trahit une cassure perpendiculaire à la chaîne, et il en doit être de même du basalte qui traverse le granit au N.-E. de Kazanlik, ainsi que des andésites qui apparaissent dans la zone du flysch.

Préciser le moment où s'est produit le refoulement avec la surrection de la chaîne, n'est pas aussi simple qu'on le croirait au premier abord; et cela tient aux différences que présentent entre elles les parties occidentale, centrale et orientale du Balkan. En se bornant à l'est de la chaîne, où les conditions paraissent le plus simples, on arrive à la conviction que, les dépôts oligocènes de Sliven ayant pris part au plissement, c'est après l'Oligocène et avant le dépôt des couches à *Spaniodon*, autrement dit lors du Miocène inférieur qu'a dû se produire la résolution et la phase principale de l'effort. En effet, tandis que les parties de la plaine pré-balkanique les plus voisines de la zone plissée ont eu leur part, restreinte d'ailleurs, de la dislocation générale (leurs couches faiblement inclinées le démontrent), on voit, dans le même district, les oolithes à *Pecten* et les couches à *Spaniodon* demeurer horizontales, abstraction faite de troubles locaux.

Evidemment, ces couches néogènes ont rempli

un grand golfe au nord et au sud de Varna. D'autre part, il a déjà été question de dislocations antérieures à la Craie supérieure et visibles à Provadia, ainsi que de mouvements beaucoup plus récents, comme ceux qui ont causé la présence de coquilles marines méditerranéennes au sud du lac Devno.

§ 2. — Balkan central.

Les circonstances du Balkan central sont un peu plus compliquées. Là, en dehors des plis et des contournements du flysch, on reconnaît, au milieu même de ce dernier, de profondes cassures longitudinales, et il est visible que la compression de la haute chaîne a été assez forte pour redresser les couches jusqu'à la verticale, même pour déterminer des chevauchements. Pour cette partie de la chaîne, il convient aussi d'admettre des refoulements répétés à diverses reprises, et quelques-uns de date assez ancienne. Le grand massif cristallin à l'ouest de la Toundja paraît avoir agi à cette occasion comme un môle résistant placé entre deux zones sédimentaires, celle du Balkan d'une part, et celle, affectée de dislocations si compliquées, de la Sredna Gora.

Plus loin vers l'ouest, la zone sédimentaire du sud vient à manquer. Là, c'est seulement le bord du massif du Rhodope qui prend part à la formation de la crête principale. Le flysch, ainsi que les calcaires et marnes du crétacé, n'éprouvent que des plissements modérés au nord de Trojanski Monastir ; mais, sur la crête, les grès du flysch ont subi une dislocation énergique, et la pression des terrains anciens les a fortement froissés en les portant jusque sur les cimes culminantes. De même, c'est certainement sur des plans de rupture ou de chevauchement que les lambeaux triasiques et jurassiques de la région ont été amenés au jour.

§ 3. — Balkan occidental.

Une autre allure encore se fait jour dans la partie de la chaîne la plus intéressante au point de vue géologique, c'est-à-dire le Balkan occidental. Là, M. Toula considère les schistes cristallins comme affectés de plis probablement très anciens, dont les anticlinaux seraient marqués par les affleurements granitiques. Outre le massif principal de Kom, on les voit former près de Berkovica un noyau plus petit et plus profond qui émerge à travers une auréole de schistes en partie paléozoïques, dans des conditions qui laissent soupçonner une forte abrasion. C'est là que le granit et les schistes cristallins prennent la plus forte part à la constitution de la crête ; c'est là aussi que les grès rouges et blancs (permotriasiques pour l'auteur) jouent vraiment un rôle prédominant. Mais au sud, sur la Temska, une zone sédimentaire, complètement différente de celle du Balkan central, se montre comprimée, et non seulement les grès précités, mais les calcaires et les marnes du trias inférieur, y deviennent un élément très important. Par leur faciès spécial, qui dépasse à peine le Balkan occidental et atteint tout juste à l'est le défilé de l'Isker, ils se montrent comme l'une des caractéristiques de cette partie de la chaîne.

Ce qui complique encore les conditions de cette zone sédimentaire méridionale, c'est l'apparition des marnes à *Crioceras*, sur lesquelles reposent, largement développés, les calcaires à Caprotines, polypiers et nérinées, formant des plateaux du type du Karst. Au milieu surgit un pointement des roches du Lias et du Dogger, avec un facies propre au Balkan. Pour cette partie de la chaîne s'impose l'hypothèse de transgressions marines multiples; aussi son histoire est-elle encore plus compliquée que celle des districts orientaux. Ici peut-être, en dehors des phases orogéniques post-crétacées, il convient d'en admettre une ou deux après le dépôt du Néocomien et une avant la formation de la Craie, sans préjudice de l'ancien mouvement paléozoïque.

Les lacunes de la série sédimentaire permettent de conclure à de longues périodes d'érosion, dont la plus importante se placerait dans les temps paléozoïques. Du reste, cette période peut avoir duré dans le Balkan central plus longtemps qu'à l'ouest, où la présence du Carboniférien et même du Permien est démontrée. Des phases analogues ont dû se répéter entre le Trias moyen et le Lias supérieur, puis dans le Dogger, et atteindre leur plus longue durée sur le Balkan oriental. Dans l'ouest, l'Eocène tout entier manque ou paraît manquer. Du Miocène il n'a été trouvé non plus aucune trace.

§ 4. — Conclusion.

En définitive, les faits actuellement constatés nous permettent de tracer comme il suit les phases de l'évolution du Balkan :

Dans l'origine, un grand continent de roches cristallines atteignait le Danube et le dépassait même au nord. Ce massif se brisa en compartiments, qui furent diversement comprimés les uns contre les autres et eurent à subir une dénudation ultérieure, tandis que dans le grand massif du Rhodope ils restaient unis jusqu'à la transgression principale, qui se fit sentir au début du tertiaire. Les territoires de la bordure s'enfoncèrent pour la plupart, descendant à de grandes profondeurs dans le pays pré-balkanique, alors que, dans le Balkan proprement dit, ils étaient partiellement entraînés dans les mouvements orogéniques, formant ainsi des protubérances dont une

partie eut à subir une forte dénudation vers la fin des temps mésozoïques. Les lignes de sources thermales prouvent que les dislocations et les fractures ont pu durer jusqu'à une époque très peu éloignée de nous.

Dans la région du Balkan, le continent s'est maintenu jusqu'au début du Trias : car le carbonifèrien d'origine terrestre, les grès et conglomérats du Permien et du Trias inférieur, se poursuivent vers l'est jusqu'à l'Isker. C'est à la fin de cette période que pourraient se placer les éruptions porphyriques de Sliven. Le Trias inférieur, probablement aussi le Trias moyen, sont surtout représentés par des dépôts marins d'eaux peu profondes, et de facies tantôt alpin (calcaires à Crinoïdes et à Brachiopodes), tantôt médio-européen (Wellenkalk). Dans le Balkan oriental, les marnes à Héterastridies de Kotel accusent un élément de caractère indo-alpin. Du reste, la série des assises triasiques n'offre qu'un développement très incomplet et inégal.

Après une interruption, la mer est revenue à l'époque du Lias, dont le terme inférieur (celui qui au Banat renferme de la houille) paraît faire totalement défaut dans le Balkan. Les formations liasiques de la région s'étendent jusqu'au niveau des couches à *bifrons*. Pendant le Dogger et le Malm, il y eut de nouveau des émersions. Dans le Balkan occidental, on constate la présence de l'oolithe inférieur, tandis que c'est le Malm supérieur qui apparaît à la fois dans l'ouest et dans le centre, et que rien d'analogue n'a encore été reconnu avec certitude dans la chaîne orientale. L'étage Tithonique est peut-être représenté à l'ouest par certains calcaires à nérinées; il est seulement indiqué dans la région centrale, et on n'en connaît rien à l'est. En général, le Trias et le Jurassique de la région balkanique semblent offrir la même distribution.

C'est la série des formations crétacées qui est le plus complètement développée, et cela aussi bien dans toute la longueur de la chaîne que dans la plaine pré-balkanique du nord.

Un des phénomènes les plus frappants de la contrée est le contraste si tranché que présentent, dans leur faciès pétrographique, les roches crétacées du Balkan. Entre la région du flysch et le pays pré-balkanique, il y a sous ce rapport des différences considérables, qui nous obligent à admettre que les roches de la première région sont surtout des formations de rivage et d'eaux peu profondes, tandis que, dans la seconde, elles affectent tantôt le faciès de l'Allemagne du Nord (Cénomanien et Sénonien), tantôt celui des Alpes (Néocomien et Urgo-aptien); l'un et l'autre ne pénétrant dans la zone du flysch que tout à fait en passant (couches à Orbitolines et à Caprotines, marnes à Inocérames).

Tandis que le Balkan occidental ne révèle aucune trace des mers éocènes ou oligocènes, de sorte qu'on y constate une lacune allant jusqu'au Sarmatien, le Balkan oriental montre aussi bien des grès à nummulites que des formations marines ou saumâtres d'âge oligocène. Ces dépôts tertiaires envoient quelques traînées à l'ouest jusque dans la région de Tirnova (au delà de la Jantra), et au sud, jusqu'à Gabrova (ainsi les couches à charbon du Balkan dans la zone du flysch).

C'est avec la Craie supérieure (tufs à inocérames d'Aïtos) qu'ont commencé les éruptions, principalement andésitiques, qui se sont poursuivies durant l'Eocène.

Dans le pays en avant du Balkan central, on connaît à Plevna le Miocène marin (*Tegel* de Baden), qui autrement n'a jamais été retrouvé sous cette forme dans le Balkan ou le pays pré-balkanique, pas même dans la Dobroudja. Cela correspond à une grande lacune dans les formations sédimentaires.

Le Balkan oriental nous offre le faciès tout spécial des couches à *Spaniodon*, avec une indication d'un Miocène marin de caractère particulier, celui des couches à *Lucina*, des oolites à *Pecten* et à *Chama*, des couches à *Pholas*. Avec ses intercalations d'assises d'eau douce (marnes à *Helix*), cette série rappelle par-dessus tout les circonstances du sud-ouest de la Crimée. Depuis le dépôt des marnes oligocènes à cyrènes, la chaîne du Balkan est restée terre ferme, et c'est après cette formation qu'a eu lieu la dernière et probablement la principale phase du refoulement orogénique dans la région du flysch. Le grand écroulement qui, embrassant le pays pré-balkanique, a créé la partie méridionale du bassin de l'Ister (Peters), a dû ne commencer qu'après l'Oligocène, puisqu'aucune trace d'Éocène ou d'Oligocène n'y a été rencontrée, à la différence de ce qui se passe dans la vaste plaine entre le Danube et le pied des Carpathes. Des dislocations postérieures sont accusées, comme on l'a vu, par la traînée des cônes de basalte au nord du Balkan central, par les éruptions basaltiques de Kazanlik et par la rangée des sources thermales. Enfin, les formes méditerranéennes observées sur la rive sud du lac Devno trahissent une dernière modification du niveau de la mer.

A. de Lapparent,
Ancien ingénieur des Mines,
Professeur à l'Institut catholique de Paris.

669,1

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DE LA FONTE EN FRANCE

DEUXIÈME PARTIE : FABRICATION

Dans la première partie de ce travail[1], nous avons étudié la constitution physique et chimique des fontes et les propriétés qui résultent de cette constitution.

Ces produits étant connus, nous allons essayer de montrer comment on les obtient; nous aurons à considérer, à cet effet, d'abord la matière première, offerte par les divers minerais de fer, puis le Haut Fourneau qui la met en œuvre. Le perfectionnement graduel de la fabrication, — dû à l'intervention croissante de la Physique, de la Chimie et de la Mécanique dans l'industrie, — et l'influence que ce progrès a exercée tant sur la production que sur les prix de revient, méritent toute l'attention de l'ingénieur. Nous insisterons sur ce point. Nous terminerons en indiquant la répartition des usines sur le sol français, et en comparant l'importance de leur production à celle des nations rivales.

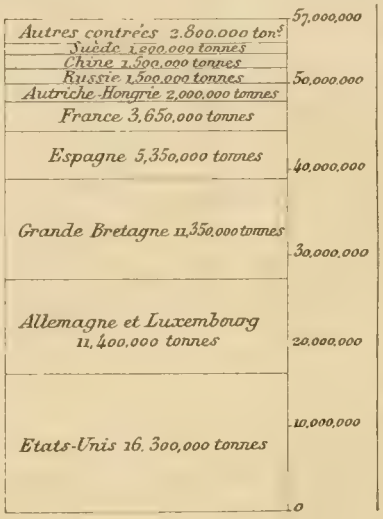


Fig. 1. — *Production des minerais de fer dans le monde entier en 1892.*

I. — Matières premières. — Coup d'œil sur leur répartition dans le monde.

§ 1. — Situation et importance des gisements.

Les minerais de fer, — oxydes et carbonate, — que l'industrie de la fonte utilise, sont très abondants à la surface du globe. Ils s'y trouvent cependant très inégalement répartis, comme un simple coup d'œil sur les figures 2 à 7 suffit à le faire voir[2]. Sous ce rapport notre pays n'est certes pas le plus favorisé. Autour de nous l'Angleterre, les pays de langue allemande, l'Espagne se montrent richement pourvus de mines donnant des fontes de qualité estimée. L'abondance du fer est encore plus considérable aux États-Unis. En Russie, aux Indes anglaises, les gisements de divers oxydes de ce métal couvrent d'immenses étendues.

1. *France.* — De ce fait, la production de la France en minerai se trouve très restreinte (fig. 1), et le taux de l'apport de notre pays dans la production totale du monde semble menacé de diminuer à mesure que s'accroîtra hors d'Europe, particulièrement aux États-Unis, le nombre des fabriques de fontes. Si la production de la fonte atteint 40 millions de tonnes en 1900, — et, comme nous le verrons[1], il n'y a rien d'impossible à ce que ce chiffre soit atteint, — on aura à extraire environ 85 millions de tonnes de minerai de fer, c'est-à-dire près de 30 millions de plus que l'an dernier.

2. *Etats-Unis.* — Sans aucun doute, c'est l'Amérique qui tiendra la tête. Peut-être pas dans la proportion de 10 millions de tonnes, comme le prédit M. Atkinson; mais réaliserait-elle ce progrès excessif dans sa fabrication de la fonte, que ses propres ressources en minerais actuellement reconnus seraient loin d'être au-dessous de ses besoins. En jetant un simple coup d'œil sur la carte de cette vaste et riche contrée (fig. 2), on voit que tous les États qui la composent, à l'exception de trois, possèdent de nombreux gîtes de minerais de fer. Ceux du Lac Supérieur ont fourni, dans la période de 1887 à 1893, c'est-à-dire en six années, près de 30 millions de tonnes. Ainsi, l'Espagne, qui alimente avec ses minerais le plus grand nombre des Hauts Fourneaux du Royaume-Uni et du Continent, ne produit pas un tonnage supérieur à celui du seul district du Lac Supérieur.

3. *Espagne.* — Cependant l'Espagne (fig. 3, pages 512-513) a des ressources en minerais de fer qui lui permettront d'approvisionner pendant longtemps encore les centres sidérurgiques qui s'y alimentent. En dehors des riches districts de Bilbao et de Santander où se découvrent encore de nouveaux gîtes, on a reconnu en Galicie, en

[1] Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 mai dernier, t. VII, page 467 et suiv.

[2] Les documents suivants sur les gisements de fer et les cartes des fig. 2 à 7 qui s'y rapportent sont tirés d'un livre publié à Washington, par le Gouvernement des États-Unis, et dont l'auteur de cet article est redevable à M. John Birkinbine, qu'il tient à remercier ici de son aimable courtoisie. — *The Production of Iron Ores in various parts of the World*, by John Birkinbine. Department of the Interior, U. S. Geological Survey. Ch. B. Walcott, Duewor.

[1] Voyez ci-dessous, chapitre IV, pages 535 et suivantes.

Andalousie et ailleurs, des amas d'une grande puissance, dont l'exploitation pourrait, en quelques années, porter la production de la Péninsule à 7 ou 8 millions de tonnes au lieu de 5 $^1/_2$, chiffre de la production actuelle.

4. *Afrique.* — L'Afrique (fig. 5, page 514) offre de grandes richesses en minerais de fer, non loin même du pays de l'or, en dehors des mines importantes exploitées depuis trente ans dans le Nord de ce continent : Bône, Tafna, etc.

5. *Russie.* — La Russie d'Europe possède de vastes districts (fig. 3, pages 512-513) où le minerai de fer a été reconnu. On ne connaît pas encore l'importance de leurs gisements, mais elle doit être très grande.

6. *Australie.* — En Australie (fig. 4, page 514), avec ou sans les riches minerais de la Nouvelle-Zélande, les usines à fonte et acier pourront s'établir avec la certitude, sans d'autres recherches, d'y avoir en abondance la matière première. — Les îles de l'Océanie pourraient alimenter l'industrie sidérurgique de la Chine si celle-ci venait à se développer rapidement sur les côtes.

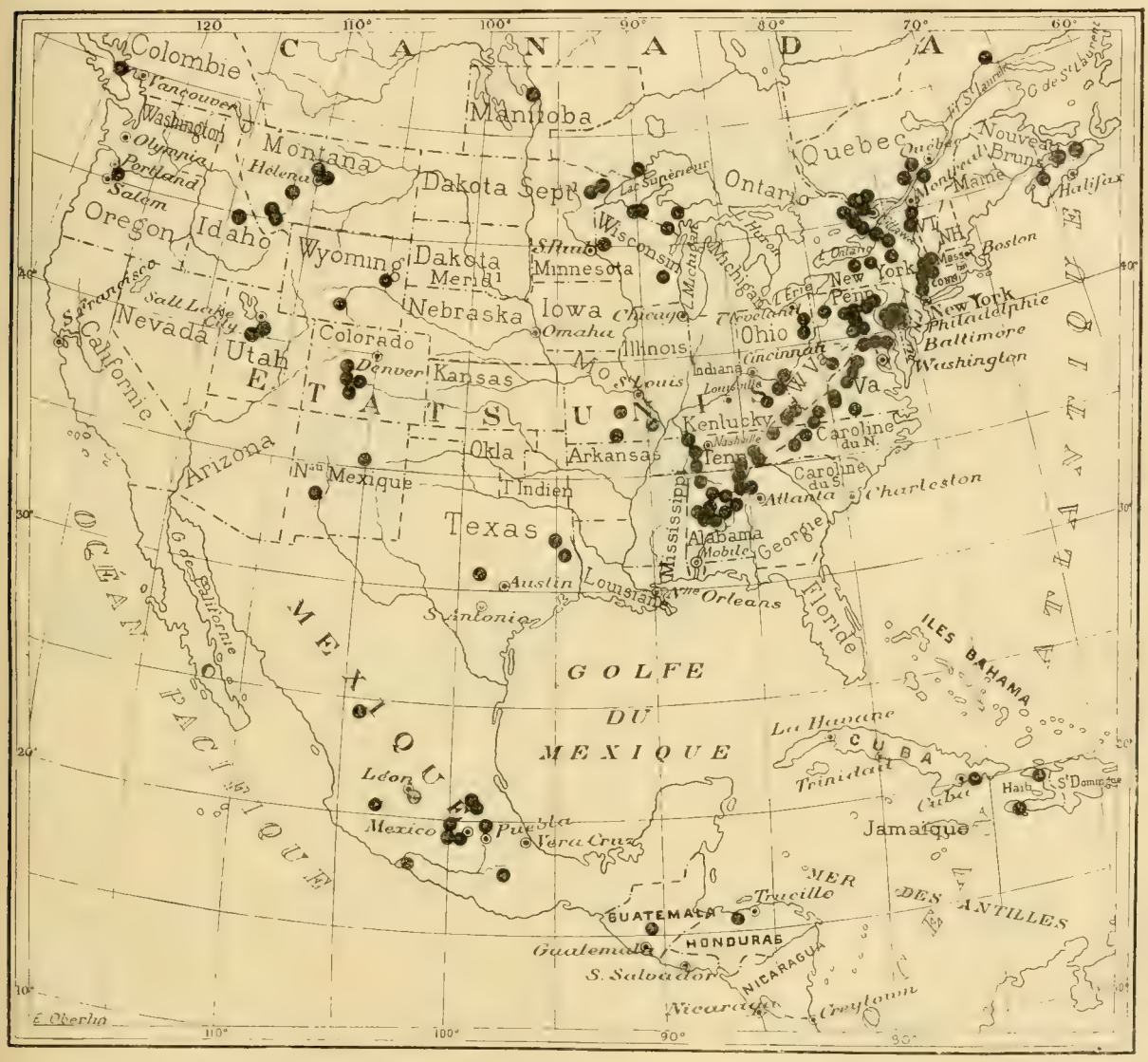


Fig. 2. — *Importance et répartition des mines de fer aux Etats-Unis.* — (Sont représentés ici les mines exploitées et les gisements simplement reconnus.)

7. *Asie.* — Mais la Chine elle-même possède en pleine exploitation ses riches mines des provinces de Canton et de Shansi (dans le Sud) (fig. 7, page 515), capables de fournir à une production de fer de 3 à 4 millions de tonnes. Elle produit actuellement plus de cinq cent mille tonnes de fer malléable obtenu par le procédé direct, et quelques milliers de tonnes de fonte fabriquée

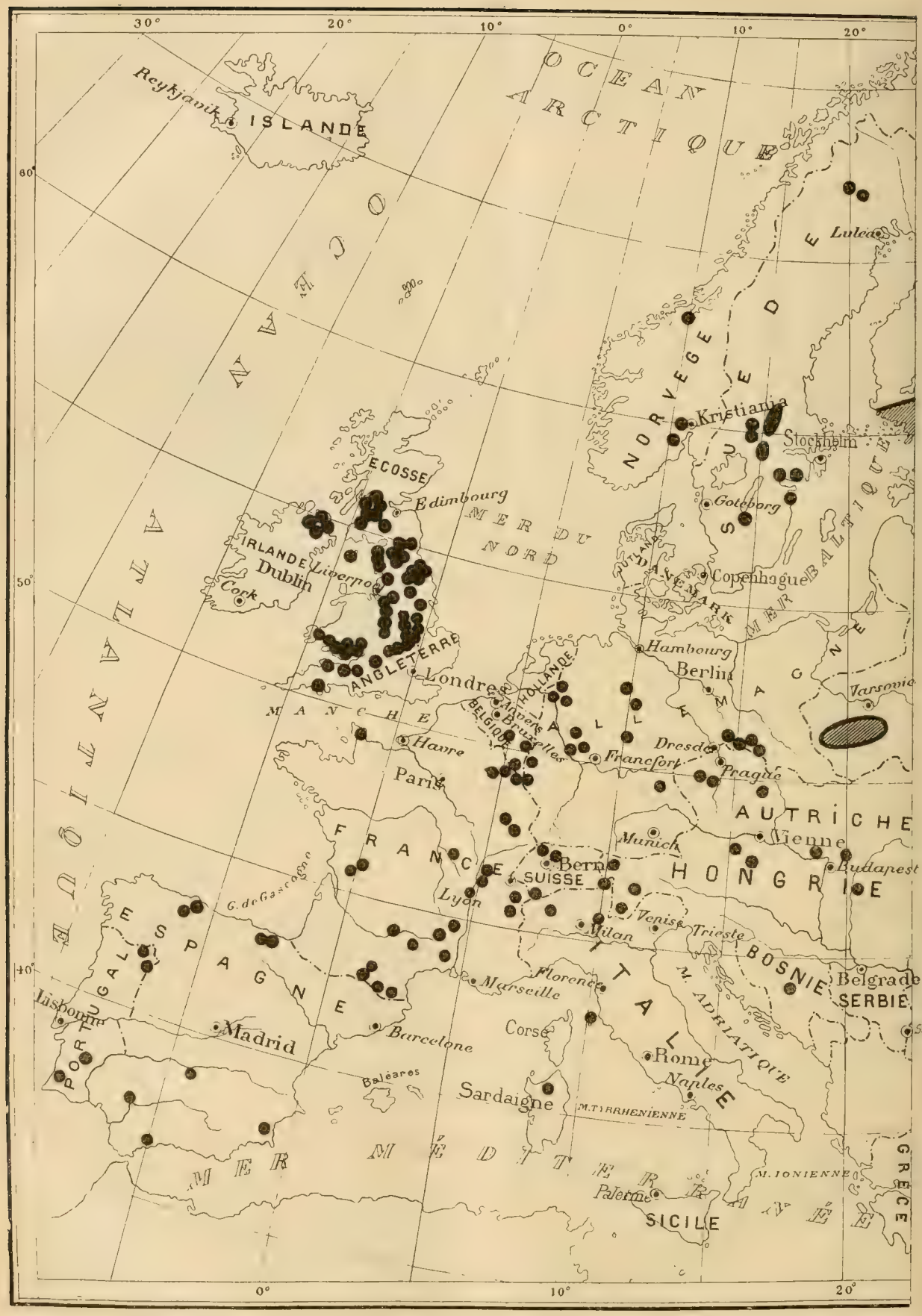
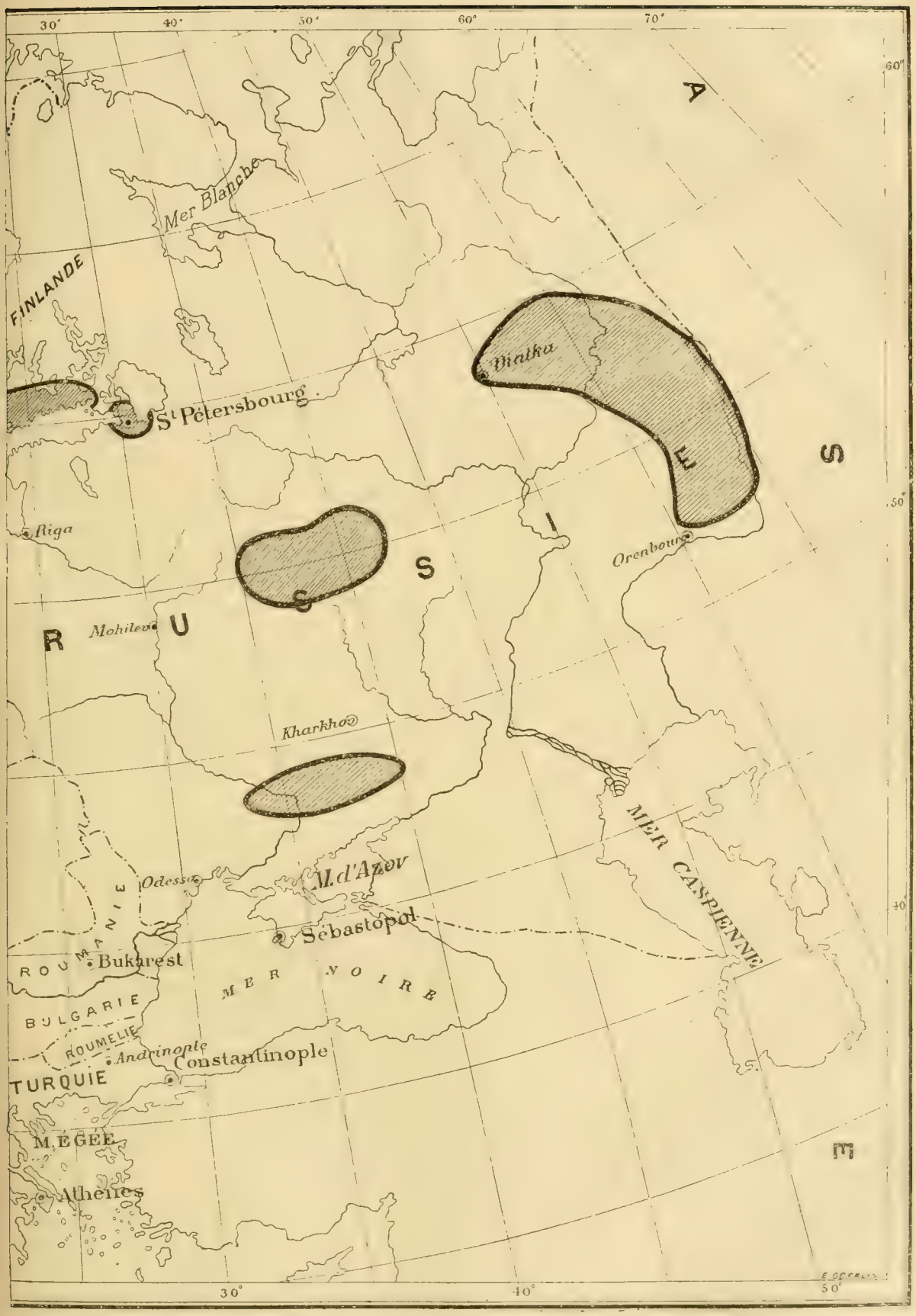


Fig. 3. — *Répartition des mi*
Les grands districts fournissant des minerais de fer sont représentés par des



nerais de fer en Europe.
hachures; les mines en exploitation sont figurées par des cercles noirs.]

surtout au creuset dans la province de Shansi. Mais ses deux Hauts Fourneaux de 2 mètres et 4 mètres de hauteur, qui reçoivent le vent de *soufflets maneuvrés à bras* (province de Canton) vont faire place, bientôt, à deux grands appareils de 20 mètres de hauteur montés avec tous les perfectionnements modernes par des ingénieurs chinois ayant fait leur apprentissage dans les usines de John Cockerill à Seraing (Belgique).

En Sibérie, dans l'Altaï, sur la frontière de Chine, les richesses minérales en fer sont considérables (fig. 3 et 7) et la houille de bonne qualité se trouve à proximité du minerai. Un centre sidérurgique ne tardera pas, sans doute, à s'y établir pour fournir le matériel du Chemin de fer Transsibérien.

Le Japon (fig. 7, page 515) renferme des amas de minerais de fer répartis sur toute l'étendue de son sol : minerais magnétiques, en masses compactes ou en sable. Plus de 60 mille tonnes ont été extraites et traitées en 1890.

Les Indes anglaises (fig. 7, page 515) possèdent de vastes et riches gisements de minerais, dont la plupart ont été exploités aux temps préhistoriques, pour en tirer le fer par le procédé direct que les Basques, émigrés de l'Asie méridionale, ont implanté dans les Pyrénées. L'exploitation en est bien restreinte, et ne fournit la matière première qu'à l'industrie locale. De 39.492 tonnes en 1889, elle est tombée à 33.395 tonnes en 1891. L'habileté du fondeur et du forgeur indiens est prouvée par des travaux qui datent de bien des siècles; mais, quelle que soit la modicité de la main-d'œuvre, les moyens de production sont restés trop rudimentaires pour faire la concurrence aux produits de la métropole. L'acier « wootz » est et a été fabriqué au creuset à une époque qui remonterait à 1.500 ans avant J.-C., si l'on en croit quelques archéologues; ces savants ont retrouvé des outils portant gravée une date qui en ferait remonter la fabrication à cette époque.

Fig. 4. — *Gisements de minerais de fer en Océanie (à Bornéo, en Australie et Tasmanie).*

Fig. 5. — *Gisements de minerais de fer (exploités ou reconnus) en Afrique.*

Le temple de Kanaruk a son toit supporté par des poutres en fer forgé de 21 pieds de longueur (6m,400) et de 8 pouces carrés (5 décimètres carrés) de section. On suppose qu'il a été construit de 1236 à 1241 de notre ère. Enfin au nord, comme au sud de l'Inde, on trouve des constructions en fer qui remontent au IVe siècle.

Le développement de l'industrie du fer dans l'Inde doit être entravé par l'absence de combustible minéral et aussi par le climat trop chaud pour permettre un travail continu et économique avec les appareils de production modernes. Il ne serait donc pas impossible que l'Inde devînt, dans un temps plus ou moins reculé, un grand centre d'exportation de riches minerais pour l'Angleterre.

8. *Amérique du Sud.* — L'Amérique du Sud, en dehors de la Colombie et du Brésil, bien que possédant d'abondants amas de riches minerais de fer (fig. 6), la plupart connus depuis longtemps, n'a qu'une exploitation très restreinte, dont une faible partie alimente la sidérurgie locale. Les usines de Praderas, à 40 milles est de Bogota (Colombie), produisent 70 tonnes de fonte par jour, avec les minerais de la contrée, qui ne fournissent rien à l'exportation.

Le Brésil fournit le minerai à son industrie sidérurgique locale — du reste très restreinte — et n'exporte pas.

Aucune de ces provinces ne paraît devoir devenir un centre sidérurgique, mais plutôt, dans l'avenir, un centre d'exportation de ses riches minerais pour l'Amérique du Nord.

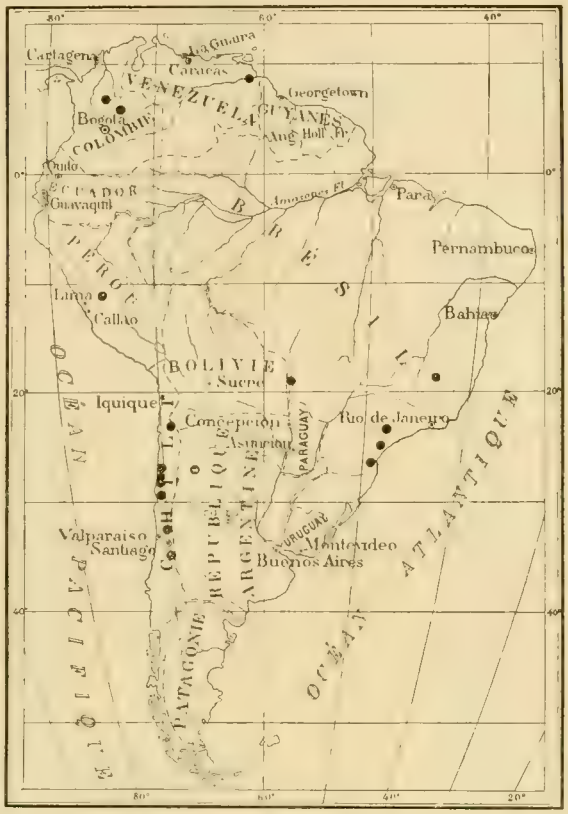


Fig. 6. — *Mines de fer reconnues (la plupart exploitées) dans l'Amérique du Sud.*

§ 2. — **Composition des minerais. — Grillage.**

1. *Nature des minerais.* — Les gisements dont nous venons d'indiquer sommairement la répartition dans le monde, se rapportent à quatre sortes de minerais :

1° L'*Oxyde magnétique* Fe^3O^4. Il forme, en Scandinavie et dans l'île d'Elbe, des montagnes entières : c'est le minerai le plus pur que l'on connaisse ;

2° Le *Sesquioxyde anhydre* F^2O^3, qu'on trouve sous deux états :

α. *cristallisé* en rhomboèdres, il constitue le *fer oligiste*, minerai moins répandu que les suivants et qui offre à l'île d'Elbe et à Framont (Vosges) des gisements célèbres ;

Fig. 7. — *Carte des gisements de fer en Asie.* — (Seuls les gisements importants ont été représentés. La plupart sont peu exploités, excepté ceux du Japon et de la Chine.)

β. *amorphe*, il constitue la matière rouge appelée *hématite rouge* ou *ocre rouge ;*

3° Le *Sesquioxyde hydraté* Fe^2O^3,H^2O, formant la substance jaune appelée, suivant son aspect physique, *limonite*, *hématite brune* ou *fer oolithique* ou *pisolithique ;*

4° Le *Carbonate de fer* FeO,CO^2, appelé aussi *fer spathique* ou *sidérose*.

Ces composés constituent, en général, des minerais riches. C'est ainsi que, en 1892, 57 millions de tonnes de minerai ont donné 27 millions de tonnes de fonte [1]. Leur degré de pureté varie cependant beaucoup, non seulement d'un minerai à un autre, mais, pour la même espèce minéralogique, d'un gîte à un autre. L'oxyde magnétique de Suède offre une pureté remarquable presque complète, et, disons-le, tout exceptionnelle. En général, les autres minerais sont accompagnés d'une gangue terreuse, argileuse ou argilo-calcaire, qui a forcément compliqué les procédés d'extraction. La méthode générale consiste à réduire l'oxyde par le charbon, sous l'influence de la chaleur. Mais quand on applique simplement ce principe aux minerais à gangue argileuse, on ne réduit qu'une partie de l'oxyde de fer : une autre partie entre, en effet, en combinaison avec le silicate d'alumine de l'argile, formant ainsi une scorie fusible. A cette méthode, dite *catalane*, qui donne du fer *métallique*, mais perd une partie du fer du minerai, on a aujourd'hui substitué, dans la grande industrie, la méthode du Haut Fourneau. Celle-ci extrait du minerai la totalité du métal, mais l'obtient sous forme de *fonte* : dans ce procédé on ajoute au minerai non seulement du charbon, mais une substance nommée *fondant*, destinée à s'unir à la gangue. C'est la nature et le degré d'abondance de cette gangue qui doivent déterminer la nature et la proportion du fondant. La gangue étant argileuse, le fondant choisi est le carbonate de chaux. Ce sel est décomposé : l'acide carbonique se dégage, tandis que la chaux forme avec l'argile un silicate double d'alumine et de chaux, constituant le *laitier*. Il faut éliminer cette scorie, mais elle est moins fusible que le silicate d'alumine et de fer ; le simple creuset qui constitue le fourneau catalan, ne permettrait pas de la fondre. C'est la nécessité d'obtenir, pour la liquéfier, une température beaucoup plus élevée, qui a conduit à créer la cuve de fusion à grandes dimensions verticales, aujourd'hui employée partout, qu'on appelle le Haut Fourneau.

2. *Grillage des minerais.* — Le plus souvent, avant d'introduire le minerai dans le Haut Fourneau, on le grille pour en chasser l'acide carbonique, s'il est carbonaté, pour éliminer l'eau qu'il renferme et aussi en vue d'augmenter sa perméabilité aux gaz.

Ce grillage a lieu soit à la mine même, soit à l'usine, avant le traitement d'extraction. C'est là une opération fort simple, qui ne soulève aucune discussion et sur laquelle, pour cette raison, nous n'avons pas à insister.

[1] Ce calcul semble légitime, le fer obtenu par procédé direct n'absorbant qu'un tonnage négligeable.

II. — Le haut fourneau.

Tout le monde connaît la disposition générale du Haut Fourneau (fig. 8 et 9) [1] :

L'orifice supérieur, ou *gueulard*, sert à introduire, par couches successives et alternées (*lits de fusion*), le minerai de fer mélangé avec son fondant, ou *castine*, et le combustible. Ce combustible, — coke, houille crue ou charbon de bois, — doit produire à la fois la chaleur et la réduction. La combustion a lieu à la partie inférieure de l'appareil ; là, à 1 mètre ou $1^m,50$ au-dessus du fond, on introduit de l'air sous pression, par une ou plusieurs ouvertures appelées *tuyères* (C, fig. 8). La fonte, en même temps que la gangue fondue, ou *laitier*, se forme au niveau des tuyères.

Le vide ménagé au-dessous des tuyères, le *creuset*, sert à emmagasiner la fonte, qu'on écoule par intervalle de temps régulier, tandis que le laitier, moins dense, la surnage et peut s'écouler à mesure qu'il se forme.

§ 1. — Evolution du Haut Fourneau.

On fait remonter au XIIIe siècle l'origine de la fabrication industrielle de la fonte, et on en place le berceau dans le pays de Siegen. Les premiers fours à cuve à vent forcé portaient le nom de fours soufflés, et ce n'est qu'au XIVe siècle que le nom de Hauts Fourneaux leur aurait été donné lorsqu'en Alsace on eut porté leur hauteur à 5 mètres [2].

L'Angleterre aurait construit ses premiers Hauts Fourneaux au milieu du XVe siècle, tandis que ce ne serait que plus de cent ans après qu'on les aurait établis en Allemagne, dans les régions sidérurgiques du Hartz et de la Silésie.

1. *Combustible.* — C'est le charbon de bois, naturellement, qui a été le premier combustible employé à la fabrication de la fonte, et, aujourd'hui, c'est encore ce même combustible qui ali-

[1] Les figures 8 et 9 sont les dessins de deux types de Hauts-Fourneaux modernes, dont l'attirail est fait avec les derniers perfectionnements. Ces deux types, l'un anglais, l'autre allemand (usine de Friedenshutte en Silésie), plus récent encore, présentent sur ceux de 1850 à 1855, datant de quarante ans, un progrès plus grand, peut-être, que ces derniers sur le type original datant de plusieurs siècles.

[2] Voir « *le Manuel de la métallurgie du fer*, par Lebedur. Traduction française, vol. I, page 383 et suivantes ». *Op. cit.*

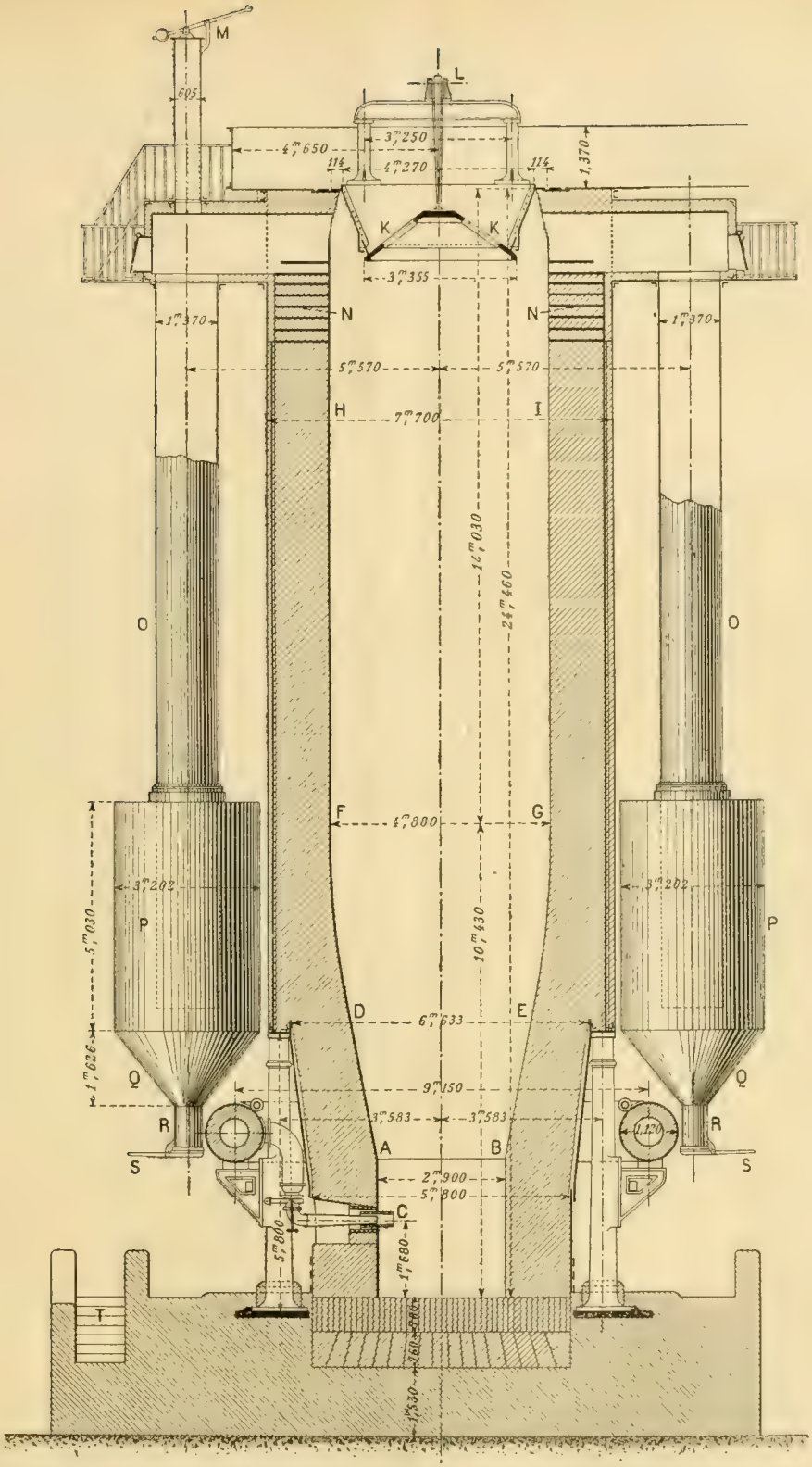


Fig. 8. — *Haut Fourneau à cuve verticale* (Angleterre). — K K, cloche mobile, manœuvrée par le levier L, fermant le *gueulard* et servant à introduire le minerai, le charbon, le fondant, destinés à former, à l'intérieur du Haut Fourneau, les *lits de fusion*. — F G, *ventre;* le diamètre de ce ventre est, dans les fours les plus récents, supérieur de 1 m. 50 environ à celui du gueulard, pour faciliter la descente des matériaux. — D A B E, *ouvrage;* l'espace cylindrique situé un peu au-dessous de A B, jusqu'au fond du Haut Fourneau constitue le *creuset*. C'est là que la fonte formée s'emmagasine, jusqu'à ce que, de temps en temps, on l'écoule. — N N, *prises de gaz*. Par ces ouvertures, disposées latéralement dans ce type de four, les gaz chauds du Haut Fourneau se rendent aux *tuyaux de conduite* O et y descendent. Ces gaz arrivent aux larges récipients cylindriques P et aux récipients coniques Q, et déposent dans ces derniers les poussières entraînées; les clapets S servent à vider par les tubes R les récipients Q. — Les gaz chauds des conduites O sont employés à plusieurs usages : une partie passe dans la cheminée M et sert à éclairer l'usine pendant la nuit; mais la majeure partie des gaz chauds, après élimination (en Q) des poussières entraînées, est employée à chauffer l'air injecté par les tuyères C et les chaudières des injecteurs. — T, bassin d'écoulement de la fonte en fusion. — Les parois, en terre réfractaire, du Haut Fourneau, sont garnies, extérieurement, d'une enveloppe de tôle résistante, qui sert de support, vers le haut, à la plate-forme du gueulard.

mente les Hauts Fourneaux de bien des contrées riches en minerais, couvertes de forêts et où la houille fait défaut [1].

Mais il n'y a plus aucune proportion gardée entre l'énorme quantité de fonte produite avec la houille carbonisée ou *coke* [2], et le faible tonnage de celle produite avec le charbon de bois [3].

C'est en Angleterre qu'a été inauguré l'emploi de ce nouveau combustible à la fabrication de la fonte, dans la première moitié du XVIIIe siècle, et plus de cent ans après le premier essai qu'on y avait fait de la houille crue; mais on ne possède de documents authentiques sur les progrès dont l'utilisation du coke marque l'origine dans cette fabrication — progrès qui ont été sans cesse croissant jusqu'à ce jour — qu'à partir de la fin du siècle dernier, alors que furent mis en activité les premiers Hauts Fourneaux modernisés, atteignant 10 à 12 mètres de hauteur et quarante à cinquante mètres cubes de capacité : à Low-Moor (Angleterre), et à Gleiwitz (Haute-Silésie) [4].

2. *Accroissement du volume et complication des accessoires du Haut Fourneau.* — Dans des appareils d'un tel volume, la production, limitée d'abord à 2 ou 3 tonnes par 24 heures, s'éleva graduellement jusqu'à 5 tonnes et 6 tonnes en injectant tout simplement plus d'air, c'est-à-dire en perfectionnant la soufflerie. Et cette production a été continuellement en croissant, au point d'atteindre normalement aujourd'hui 100 à 120 tonnes [5], et de dépasser 350 tonnes dans certaines usines de l'Amérique du Nord qui traitent des minerais riches. Pour atteindre d'aussi forts rendements, le volume de l'appareil a été augmenté dans de très notables proportions; la quantité d'air soufflé par minute aux tuyères (C, fig. 8) a été portée à un cube énorme; enfin, au lieu d'injecter cet air à la température ambiante, on l'a chauffé au préalable entre 700 et 800° C.

Tous ces progrès ont été accomplis, pour ainsi dire, par étapes; et si, parmi ceux-ci, le chauffage du vent peut être considéré comme le plus important au double point de vue de l'économie du combustible et de l'augmentation de production journalière qu'il a permis de réaliser, il ne reste pas moins acquis que c'est grâce aux perfectionnements de la machine soufflante qu'on a pu bénéficier largement des deux autres.

La possibilité d'injecter de grandes quantités de vent sous forte pression, en affectant une puissante soufflerie à chaque Haut Fourneau, a donné aux Américains le moyen d'en tripler et même d'en quadrupler le rendement journalier sans en modifier les autres conditions, si ce n'est le tracé du profil intérieur.

C'est surtout, il faut le reconnaître, aux perfectionnements acquis dans l'application de la vapeur comme force motrice que l'on est redevable des progrès immenses accomplis depuis un siècle dans la sidérurgie, cette puissante branche de l'industrie humaine; car, si l'on en était resté à l'hydraulique comme force motrice, son développement eût été entravé pour bien des raisons aussi bien techniques qu'économiques. En effet, après avoir transporté la fabrication du fer et de la fonte auprès des cours d'eau, dès le XIIIe siècle, dit-on, on put, après la découverte de la machine à vapeur, établir les usines auprès de la houille, et, plus récemment, quand on connut les moyens de fabriquer une tonne de fonte avec une quantité à peu près égale de combustible minéral [1], on trouva avantage à fabriquer auprès du minerai, et même en tout lieu où l'on peut transporter sans trop de frais par voie d'eau coke et minerais.

3. *Chauffage du vent soufflé.* — L'emploi de l'air chaud fut inauguré aux Hauts-Fourneaux de l'Écosse, par Neilson, en 1828. E. F. Leuchs l'avait préconisé en Allemagne dès 1822. Neilson faisait circuler l'air, pendant son parcours de la machine soufflante aux tuyères, dans des tubes en fonte disposés dans une chambre en maçonnerie chauffée au moyen d'un foyer à grille. L'économie de combustible qui fut réalisée en élevant seulement à 315° centigrades la température de l'air, fut fort

[1] Dans les Alpes autrichiennes, principalement; en Suède et dans l'Oural; en France, dans les Landes et les Pyrénées-Orientales.

[2] La houille ne saurait être employée directement en raison des matières organiques qu'elle renferme : les goudrons formeraient avec le minerai une masse pâteuse qui remplirait tous les interstices de la cuve et s'opposerait à toute combustion. (*Note de la Direction.*)

[3] En Ecosse, on utilise la houille crue : charbon sec et gazeux. Dans le pays de Galles, mais surtout aux Etats-Unis, l'anthracite est utilisée seule, ou, plus souvent, mélangée avec du coke dense et résistant.

[4] Lorsque l'auteur de cet article visita pour la première fois Low-Moor, près Bradford, en 1890, on y avait mis hors feu, depuis peu, le dernier des deux Hauts Fourneaux construits en 1790 et mis en activité en 1791. Il avait donné, en 1888, en moyenne, 70 tonnes de fonte grise par semaine, soufflée avec de l'air froid, ou 10 tonnes par 24 heures.

[5] Les Hauts Fournaux de la Compagnie de Dowlais, établis depuis quatre ans à Cardiff, et qui traitent les minerais de Bilbao, rendent 200 tonnes de fonte Bessemer par 24 heures.

Dans le Luxembourg et la Lorraine allemande, avec des minerais bien plus pauvres à 30 à 33 °/₀ de fer, au lieu de 52 °/₀, on atteint des productions de 180 à 200 tonnes, avec des volumes de hauts fourneaux de 600 mètres cubes et des machines soufflantes pouvant fournir 1300 mètres cubes d'air, à 75 centimètres de mercure, par minute.

[1] Avec le combustible végétal on a fabriqué la fonte dans de petits appareils et avec l'air froid, en se maintenant à une consommation de tonne pour tonne dans la plupart des cas.

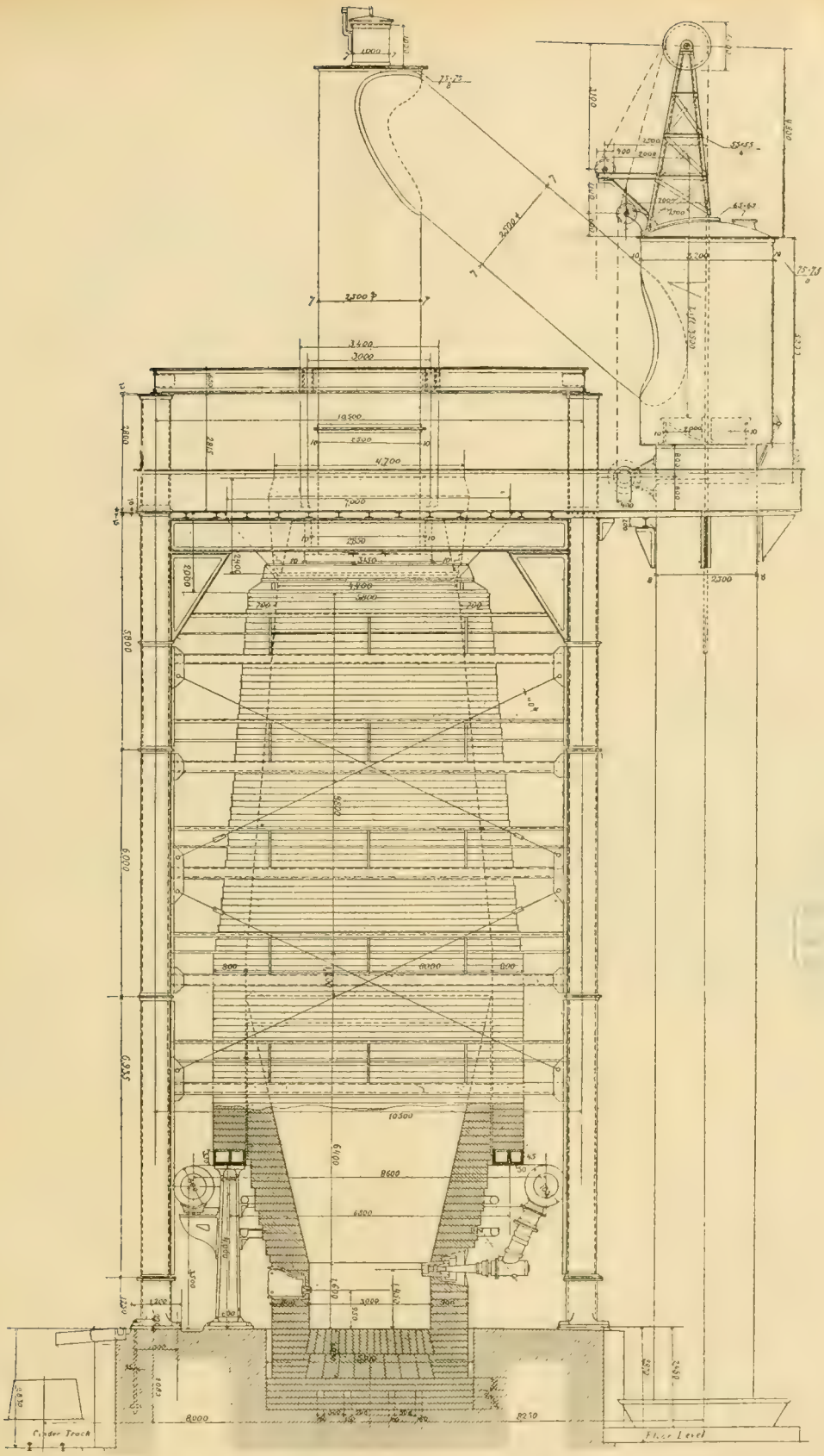


Fig. 9. — *Haut Fourneau moderne allemand (Usine de Friedenshutte), à cage de fer extérieure, à prise centrale de gaz et à condensation des poussières par lavage.* — Tandis que le Haut Fourneau de la figure 8 offre, comme d'ordinaire, autour de sa maçonnerie de briques réfractaires, une enveloppe en tôle, ici, au contraire, une telle enveloppe n'existe pas; la brique réfractaire est à nu, simplement entourée de cercles de fer, de distance en distance, de sorte qu'elle ne pourrait pas supporter la plate-forme du gueulard. Celle-ci est donc soutenue par un échafaudage de fer et une série de colonnes qui entourent, à la manière d'une cage, le Haut Fourneau. — Dans le présent type, la prise de gaz, au lieu d'être latérale comme dans la figure 8, est *centrale*. Le gros tuyau vertical que l'on voit à la partie supérieure du Haut Fourneau reçoit les gaz chauds; ceux-ci, par la grosse tubulure latérale inclinée, représentée à côté, descendent dans un très gros tuyau de conduite vertical (figuré ici à droite), au bas duquel les poussières entraînées sont condensées par un lavage à l'eau. Les gaz chauds vont ensuite aux chauffeurs d'air et aux chaudières des injecteurs.

appréciable. Cependant, s'il avait fallu continuer à brûler, pour chauffer l'air, du charbon sur une grille afin d'en moins consommer dans l'intérieur du Haut Fourneau, on serait arrivé, dans bien des cas, à un résultat économique, ou nul ou négatif. Mais l'idée d'utiliser comme combustible pour cet usage, ainsi que pour produire la force motrice, le gaz sortant du gueulard du Haut Fourneau (fig. 8 et 9), permit d'atteindre le résultat vraiment économique de la substitution de l'air chaud à l'air froid.

Plus tard, dès 1860, on commença à remplacer les appareils à tuyaux en fonte qui limitent le chauffage de l'air à 500° C. environ, par des appareils en briques. Ces nouveaux appareils, de divers systèmes, à peu près tous ramenés aujourd'hui à celui de Siemens-Cowper (fig. 10), échauffent l'air, non plus par conductibilité, mais par contact, de 700 à 800° C., et permettent de réaliser le maximum du rendement économique de l'application de cette double idée géniale de souffler dans le Haut Fourneau de l'air chauffé en utilisant comme combustible le gaz qui s'en échappait en pure perte auparavant.

Les figures 8, 9 et 10 montrent la façon dont ce résultat est aujourd'hui obtenu. Dans la figure 8, un peu au-dessous du gueulard, on voit, en N, les *prises de gaz*, disposées latéralement. Ces ouvertures conduisent les gaz chauds du Haut Fourneau au dehors, à droite et à gauche, dans les *tuyaux de conduite* O. De chacun de ces tuyaux le gaz passe dans un récipient cylindrique P, puis dans un récipient conique Q, destinés à collecter les poussières entraînées par les gaz; ces poussières tombent et se condensent, en grande partie, dans le récipient Q, que l'on vide par le tube R en manœuvrant, à cet effet, le clapet S. Les gaz chauds, débarrassés de leurs poussières, sont dirigés, d'une part vers les appareils à chauffer l'air qui sera injecté en C dans le Haut Fourneau, et d'autre part vers les chaudières des injecteurs, chaudières dont ils chauffent l'eau pour la transformer en vapeur.

La figure 9 offre une disposition un peu différente. La prise de gaz, au lieu d'être latérale, est centrale : la cheminée verticale, représentée à la partie supérieure du Haut Fourneau, reçoit les gaz chauds, et ceux-ci, au moyen du tuyau incliné, visible tout à côté vers la droite, se rendent dans une énorme conduite verticale, au bas de laquelle un lavage à l'eau les débarrasse de leurs poussières. Ils sont ensuite envoyés aux appareils à chauffer l'air et aux chaudières des injecteurs.

Les appareils actuellement employés à chauffer l'air sont de plusieurs types, notamment du système Whitwell et, qui mieux est, du système Cowper plus ou moins perfectionné. Notre figure 10 représente l'un de ces derniers appareils ou plutôt un élément Cowper, l'appareil complet comprenant au moins deux chambres. Celles-ci sont traversées alternativement par les gaz chauds du Haut Fourneau et par l'air à échauffer. Le gaz combustible, venant du Haut Fourneau, arrive en *a;* l'air qui doit le brûler, arrive en *b;* le mélange et la combustion ont lieu dans la cheminée verticale contiguë. Cette cheminée offre 1 m. 60 de diamètre et environ 20 mètres, ou plus, de hauteur. Les gaz brûlés, dont la température est à 700°-800°, redescendent par une série de carneaux, représentés à droite, et sont dirigés vers la cheminée d'un autre appareil Cowper, semblable à celui que nous venons de décrire. Dans ce dernier, l'admission en *a* et *b* est supprimée ; du vent froid y est ensuite introduit en *d* et parcourt les carneaux et la cheminée dans un sens inverse de celui qu'avaient suivi les gaz chauds ; sa température s'élève progressivement et il sort chaud par la tubulure *e*.

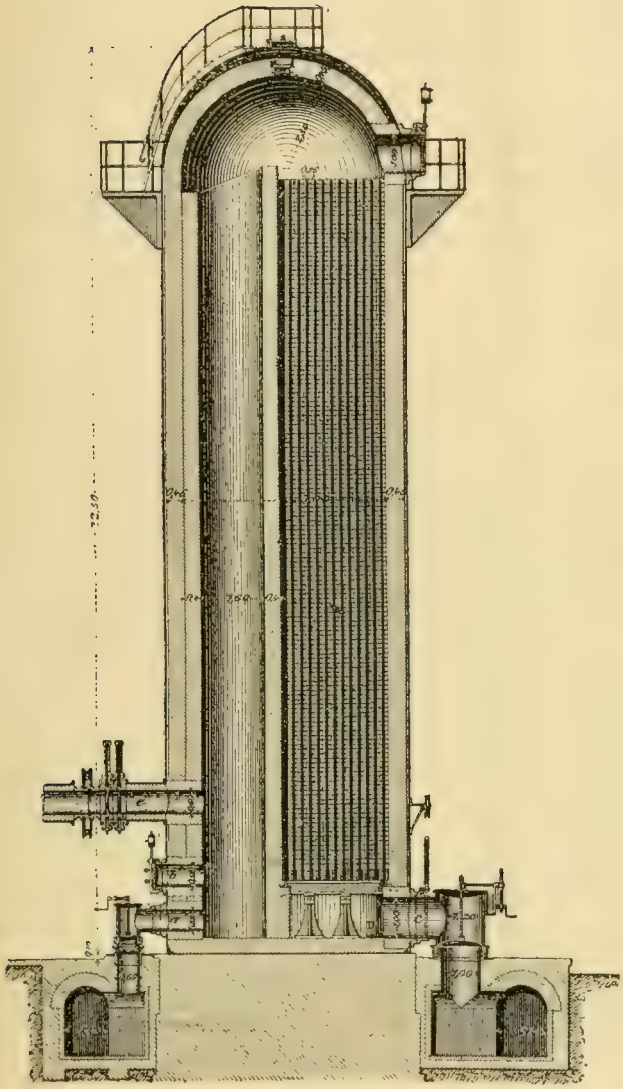
Ces chambres Cowper sont construites en briques réfractaires; comme il faut que le vent les traverse alternativement, la nécessité s'impose de les accoupler au moins par paires. Tandis que l'une, déjà chauffée par la combustion des gaz chauds du Haut Fourneau, est traversée par un courant d'air qu'elle a mission d'échauffer, — l'autre, refroidie par cession de chaleur à l'air envoyé aux tuyères, reçoit à nouveau des gaz chauds, les brûle et se *recharge* ainsi de chaleur pour une nouvelle caléfaction.

Trois, quatre, même cinq chambres Cowper pour un seul Haut Fourneau peuvent être utiles en raison de ce fait que l'absorption de chaleur par les briques réclame plus de surface que la cession : tandis que trois absorbent de la chaleur, deux autres en dégagent.

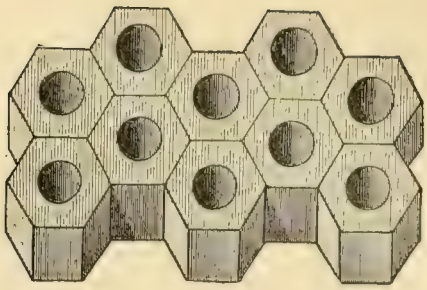
Cette idée d'utiliser les gaz du Haut Fourneau comme combustible, a pris naissance en France. Aubertot, vers 1820, les employa, dans une usine du Cher, à chauffer des fours à chaux. Mais ce n'est que 30 à 35 ans plus tard que Thomas et Laurent les firent servir au chauffage du vent soufflé.

En Angleterre, c'est Georges Parry qui, en 1850, les appliqua, dans le pays de Galles, au même emploi, — tandis que l'on attribue au savant Faber du Faure le mérite d'avoir inauguré le chauffage du vent soufflé par le gaz du Haut Fourneau à une date bien antérieure dans l'usine allemande de Wasseralfingen.

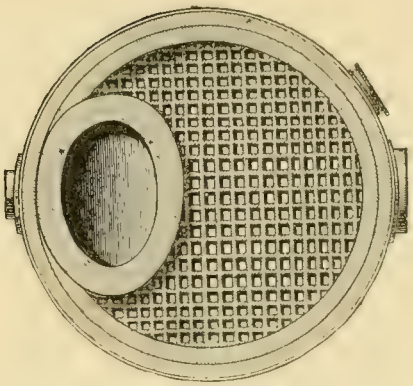
Sir Lowthian Bell rapporte que les Hauts Fourneaux d'Écosse ont réduit leur consommation à deux tonnes et quart de houille crue par tonne de fonte produite, en soufflant de l'air chaud, tandis qu'elle s'élevait à huit tonnes en soufflant de l'air froid. Cependant, malgré ce résultat



A. Coupe verticale de la colonne.



C. Coupe transversale des carneaux.



B. Coupe transversale de la colonne.

Fig. 10. — *Appareil Cowper pour chauffer l'air à injecter dans le Haut Fourneau.* — A est la coupe verticale et B la coupe transversale de l'un des éléments du système. Les gaz chauds venant du Haut Fourneau arrivent en *a*. De l'air est injecté en *b*. Gaz chauds et air brûlent ensemble en s'élevant dans la cheminée. Arrivés au dôme qui la revêt, les produits de la combustion descendent à travers les carneaux de briques réfractaires qui entourent la cheminée sur une bonne moitié de sa surface extérieure. Les coupes A et B montrent la disposition de ces carneaux par rapport à la cheminée. La coupe C en représente une section horizontale à plus grande échelle. La colonne verticale constituée par ces briques perforées à parois épaisses est lentement parcourue de haut en bas par les gaz; ceux-ci, après lui avoir cédé une grande quantité de chaleur, sortent par la tubulure *c*. Quand l'appareil, ainsi échauffé, a atteint la température maxima à laquelle il puisse être porté, on supprime en *a* l'admission des gaz chauds, en *b* l'admission de l'air, et l'on injecte en D de l'air froid. Cet air traverse de bas en haut la colonne des carneaux, s'y échauffe, puis descend dans la cheminée et en sort en *e* pour être injecté chaud par les tuyères (C, fig. 8) à l'intérieur du Haut Fourneau. — Pour qu'il n'y ait point d'arrêt dans l'injection de l'air chaud aux tuyères, ni perte des gaz chauds que le Haut Fourneau dégage d'une façon continue, on accouple deux ou plusieurs éléments semblables à celui de la présente figure, en ayant soin d'alterner les phases de leur marche : tandis que l'un s'échauffe, un autre cède sa chaleur à un courant d'air froid, et ainsi de suite, à tour de rôle, indéfiniment.

économique, le préjugé du vent froid persiste pour obtenir de la fonte moins souillée d'éléments étrangers, non seulement dans les Hauts Fourneaux qui emploient encore le charbon de bois comme combustible, et pour des produits de premier choix, mais aussi dans ceux qui utilisent le coke. A Bowling et à Low-Moor, près Bradford, dans le Yorkshire, les Hauts Fourneaux sont soufflés avec de l'air froid.

La fonte obtenue à l'air froid est autant phosphoreuse et plus sulfureuse que celle que donnerait l'air chaud ; mais elle contient moins de silicium et de manganèse, et on l'estime dépourvue de traces des corps terreux, alcalino-terreux et autres, dont la réduction résulte des hautes températures développées aux tuyères par le vent chauffé à 700° et au delà.

Ce préjugé, dans les usines anglaises précitées, a une excellente raison de s'y conserver, et cette raison, c'est le prix élevé [1] auquel on y vend les produits fabriqués avec la fonte obtenue à l'air froid : tôles, essieux, fers en barre, etc.

Jusqu'en 1889 rien n'avait été modifié dans la manière de conduire les Hauts Fourneaux de Low-Moor depuis l'origine, soit près de cent ans. A cette époque, le nouveau *Manager* de la Société obtint du Conseil d'administration l'autorisation de procéder à de timides essais : d'abord, celui d'utiliser une partie des gaz du gueulard à la production de la vapeur aux chaudières, et, ensuite, celui, considéré comme plus hardi, d'augmenter le volume d'un des Hauts Fourneaux en portant sa hauteur de $12^m,80$ à $16^m,80$.

Or, comme il résulta de ces modifications, ainsi qu'on devait s'y attendre, une économie de combustible et une production plus forte, sans altération ni dans l'allure du Haut Fourneau, ni dans la qualité de la fonte, on décida de construire un Haut Fourneau dans le style moderne, pourvu d'une puissante soufflerie. Ce nouvel appareil, haut de $23^m,30$, au lieu de $16^m,30$, et d'un volume intérieur de 375^{m3} au lieu de 92^{m3}, *soufflé avec de l'air froid*, produit 50 tonnes de fonte grise au lieu de 11 tonnes par 24 heures. Ainsi, un volume à peine quadruplé a quintuplé presque la production et *abaissé de* 25 °/₀ la consommation de coke par tonne de fonte.

Le minerai de Low-Moor rend, après grillage, 42 °/₀ de fonte.

Avec un minerai d'égale richesse, les Hauts Fourneaux de même volume, mais soufflés avec de l'air chauffé à 700 ou 750° C., produisent, dans le Cleveland [1], 70 tonnes de fonte de même nature, n° 4 de forge, par 24 heures, en ne consommant que 1.050 kilogrammes de coke par tonne de fonte, au lieu de 1.650 kilogrammes que l'on brûle à Low-Moor. Tels sont les chiffres qui donnent une idée des avantages économiques considérables résultant de l'application, au moyen d'appareils en briques, du chauffage du vent par les gaz du gueulard.

Mais les perfectionnements apportés au chauffage du vent soufflé ont eu des conséquences plus importantes encore que celles qui ressortent de ces chiffres, sur l'économie totale de combustible que permet de réaliser aujourd'hui l'utilisation des gaz.

En effet, dans une usine bien établie, comprenant trois ou quatre Hauts Fourneaux, on peut compter avoir toujours un excédent de gaz après en avoir fourni une quantité suffisante pour alimenter les appareils à chauffer le vent, Siemens-Cowper, ainsi que les générateurs de vapeur qui produisent la force motrice nécessaire à tous les engins mécaniques : machines soufflantes, pompes, etc. [2].

M. Th. Jung, directeur des Hauts Fourneaux et Aciéries de Burbach (Prusse rhénane), distribue de la manière suivante l'emploi des gaz fournis par les Hauts Fourneaux de son usine :

27 °/₀ servent au chauffage du vent ;

33 °/₀, à celui des chaudières ;

40 °/₀ restent en excédent pour les autres services [3].

Il faut enfin ajouter que, pour une bonne utilisation des gaz au chauffage du vent, il a été indispensable de porter de deux à trois et, mieux, quatre, le nombre d'appareils Cowper en service, tout en augmentant encore leur surface de chauffe par une surélévation. On leur donne $6^m,50$ à 7 mètres de diamètre, et 25 à 30 mètres de hauteur. Il en est ainsi, notamment, aux *Hauts Fourneaux de Consett*, dans le Durham (fig. 11). Dans ce célèbre établissement, qui nous offre l'un des modèles les plus parfaits de l'aménagement moderne, chaque Haut Fourneau est flanqué de

[1] En 1890, tandis que les tôles d'acier pour chaudière se vendaient 165 à 170 francs la tonne sur le marché anglais, l'usine de Low-Moor vendait ses tôles en fer un peu plus de 525 francs la tonne. On payait ses essieux de locomotive, à la même époque, 425 à 450 francs la tonne.

[1] Hauts Fourneaux n° 1 et 2 de l'usine de Port-Clarence : leur volume ne dépasse pas 325^{m3}, donc un peu inférieur à celui du fourneau de Low-Moor.

[2] C'est le résultat qui fut acquis aux Hauts Fourneaux de Terre-Noire, dès qu'ils furent pourvus d'appareils Cowper, en 1874. A Bessèges, avec une machine soufflante Bessemer, du système Compound, la conversion se fit, dès 1876, sans dépense de combustible solide aux chaudières.

[3] Ce résultat n'est acquis qu'au moyen d'une épuration préalable des gaz, qui les dépouille des poussières et condense la vapeur d'eau qu'ils entraînent. La figure 9 représente le type le plus moderne.

L'Industrie de la fonte et ses progrès dans la région de la Sarre et de la Moselle, par Th. Jung. Traduction donnée par M. le Pr Jordan au *Comité des Forges de France* et à la *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, numéro de novembre 1895.

quatre appareils Cowper de 25 mètres de hauteur, qui le desservent.

§ 2. — **Influence de la constitution, de la forme et des dimensions du Haut Fourneau sur son rendement en fonte.**

Tel est l'historique, tracé à grands traits, des progrès réalisés dans la fabrication de la fonte depuis sa genèse jusqu'à nos jours. Ils ont été, sans doute, immenses depuis moins d'un siècle ; mais, en résumé, ils ne sont que les conséquences des progrès réalisés dans la Mécanique, la Physique et la Chimie.

D'abord, on augmenta le volume de l'appareil quand on fut à même de fournir plus de vent, afin d'en obtenir un rendement plus élevé ; et, du même coup, on se trouva avoir réalisé une économie de combustible. Mais le progrès, dans cette voie, aurait eu une limite rapidement atteinte. L'emploi du vent chaud vint alors étendre cette limite en apportant un élément précieux, qui a été très judicieusement apprécié par Sir Lowthian Bell comme l'équivalent de l'accroissement de volume de l'appareil.

1. *Relation entre la quantité de vent injecté et le volume du Haut Fourneau.* — Dès lors, on crut disposer de tous les facteurs qui contribuent à une production à la fois intense et économique, en négligeant d'attribuer la grande importance qu'elle comporte à la possibilité, qu'on n'avait pas, d'injecter dans le Haut Fourneau une quantité de vent proportionnelle à son volume. L'erreur était manifeste. Elle causa de grands déboires aux audacieux novateurs qui la commirent dans le Cleveland et le Durham [1]. Après avoir porté les volumes de 500 à 700, puis 900 et même 1100^{m3}, il fallut battre en retraite, revenir en arrière.

Cependant ce principe est vrai, bien qu'il soit encore discuté, savoir : *Qu'un volume d'appareil double comporte une production double et en même temps assure une économie de combustible* avec le même lit de fusion, — pourvu, toutefois, que les matières qui le composent, le combustible surtout, ne s'écrasent pas sous leur propre poids au point de former un conglomérat à peu près impénétrable aux gaz.

Les Américains, qui ont poussé déjà si loin l'application de ce principe en perfectionnant leurs soufflleries ainsi que tous les détails d'aménagement de leurs Hauts Fourneaux, ne cessent

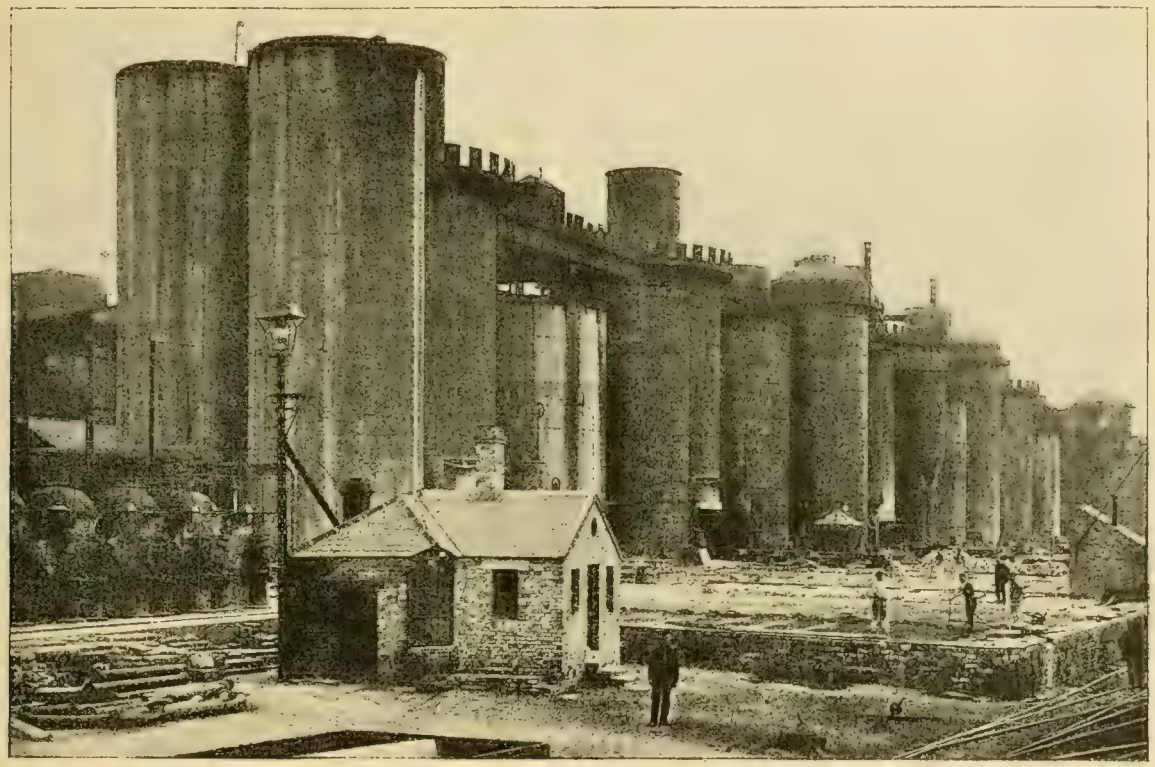


Fig. 11. — *Hauts Fourneaux de Consett* (Durham). — Appareils Cowper de 25 mètres de hauteur construits pour remplacer les appareils Whitwell.

[1] A Middlesborough et à Ferry-Hill. Le Haut Fourneau de 103 pieds de hauteur de Ferry-Hill, pourvu insuffisamment de vent et n'ayant que des appareils en fonte pour le chauffer a hâté la ruine de cette usine après quelques mois d'un très mauvaise marche.

d'aller de l'avant dans cette voie. En ce moment s'achève la construction, à l'usine de Duquesne, qui fait partie du groupe des Aciéries Carnégie, de quatre Hauts Fourneaux de cent pieds de hauteur (30m,50) et 20 pieds de largeur au ventre, dont la production doit être poussée à 500 tonnes de fonte Bessemer par 24 heures[1].

2. *Élargissement du creuset et accroissement de puissance de la soufflerie.* — Quels sont donc les moyens qui ont été employés pour arriver à obtenir dans de vastes appareils la production que comporte leur volume[1]? Ces moyens sont des plus simples.

Citons d'abord les dispositions prises pour faciliter la descente naturelle des matériaux (minerai, charbon, fondant) : le *ventre* (ou plus grand diamètre) (fig. 12) a été élargi ; les dimensions inté-

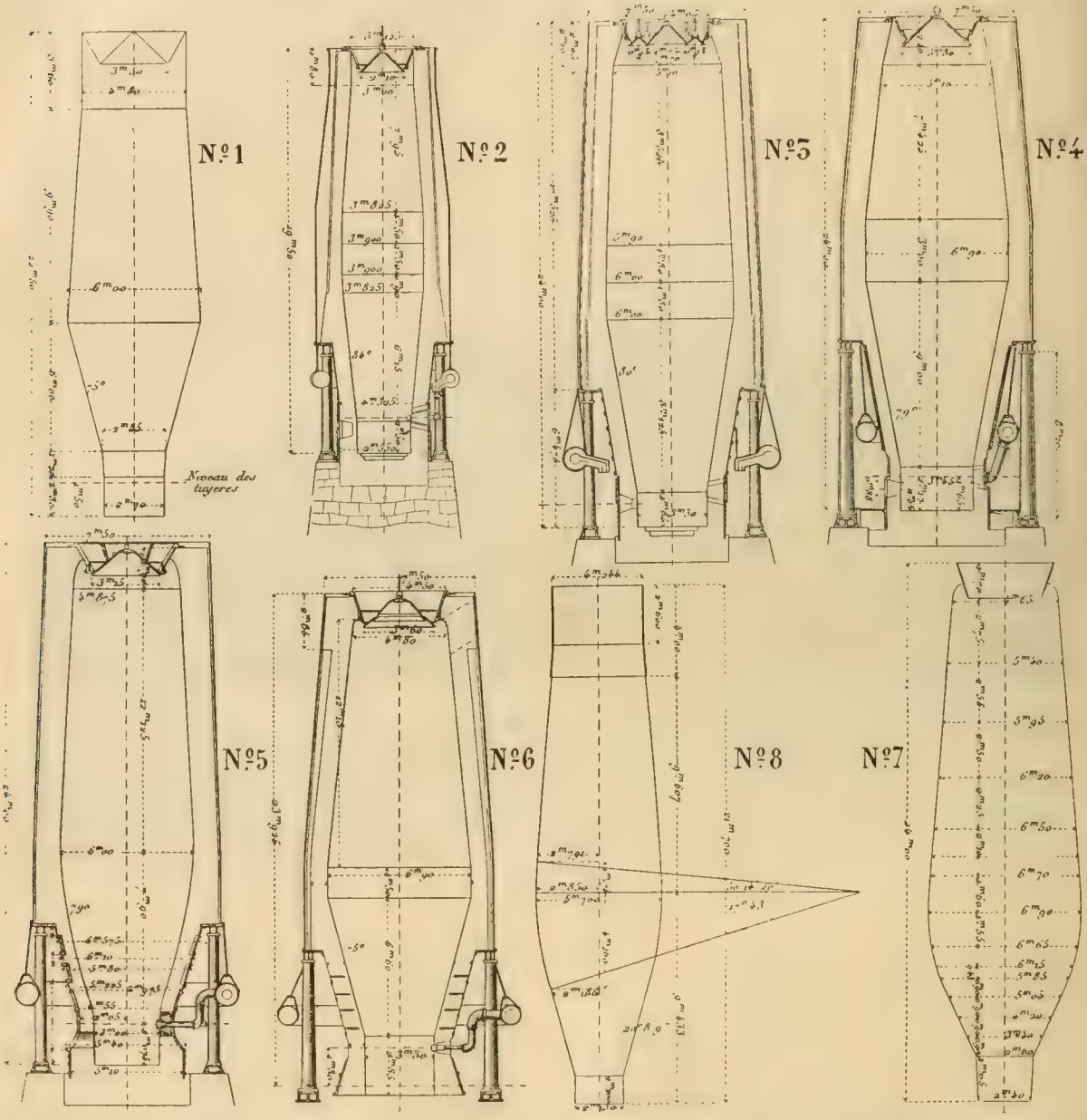


Fig. 12. — *Profils de divers types de Hauts Fourneaux.* — Nos 1 à 6. *Transformations du profil des Hauts Fourneaux américains.* Le profil représenté par le n° 5 est celui qui a réalisé l'allure la plus rapide avec le minimum de consommation de combustible. — N° 7. *Profil type d'un Haut Fourneau du Cleveland* (Angleterre). — N° 8. *Profil d'un Haut Fourneau traitant les minerais de l'Est de la France.* — L'abaissement du *ventre*, ou plus grand diamètre, vers les tuyères, qui augmente la rapidité de descente des charges et facilite leur mélange intime avec les gaz est ici le trait saillant.

[1] *The Iron Age*, 28 novembre 1895.

[1] Voir : *Note sur la fabrication de la fonte aux États-Unis*, par M. E. de Billy. Etude aussi complète que bien ordonnée, sur la question, publiée dans les *Annales des Mines*, en janvier 1892.

rieures ont été successivement modifiées, comme le montre la série de profils de la figure 12. Le n° 6 de cette figure n'est que l'avant-dernier type. Les derniers fourneaux construits en Pensylvanie (usine de Carnégie) ont été surélevés de 3 mètres au-dessus du ventre, sans changement dans les autres dimensions.

Dans l'est de la France, comme en Belgique, en Allemagne et en Angleterre, les proportions adoptées pour le profil-type d'un Haut Fourneau à grande production économique sont les mêmes qu'en Amérique. Le *ventre* est placé aux $\frac{2}{5}$ de la hauteur à partir du creuset ; son diamètre, qui excède rarement $6^m,500$, est le double de celui du creuset, tandis que le diamètre du gueulard n'est pas moins des $\frac{2}{3}$ de celui du ventre.

D'autre part, le *creuset* (partie située au-dessous des tuyères) (fig. 8), a été élargi : il était, en effet, conséquent d'ouvrir un passage deux, trois ou quatre fois plus large, pour faire écouler, dans le même temps, deux, trois ou quatre fois plus de matières. (Voir fig. 12.)

Ensuite s'est opérée l'introduction *effective* d'un poids d'air deux, trois ou quatre fois plus grand pour brûler un poids de coke également deux, trois ou quatre fois plus considérable, passant devant les tuyères dans le même temps. Chaque Haut Fourneau, ainsi qu'on l'a précédemment mentionné, a été pourvu d'une puissante soufflerie dont le débit de vent, toujours constant, se mesure exactement par le nombre de coups de piston, indépendamment de la pression qui peut monter assez haut pour vaincre toute résistance, afin de faire pénétrer l'air jusqu'au centre du creuset.

Le préjugé d'une pression en rapport avec la nature physique du combustible ne persiste donc plus que dans le sens où il s'explique; c'est-à-dire que la forte pression, indispensable pour brûler de l'anthracite, n'est plus considérée comme nuisible à la combustion du charbon de bois, pas plus que ne l'est la température élevée du vent. « Qui peut le plus, peut le moins. » Ce vieil axiome trouve ici, une fois encore, son application.

Le développement de l'appareil, principalement en hauteur pour augmenter son volume et accroître d'autant sa production en fonte avec un lit de fusion donné, n'est plus limité que par la nature physique seule des matériaux qui le composent : leur résistance au tassement et à l'écrasement[1].

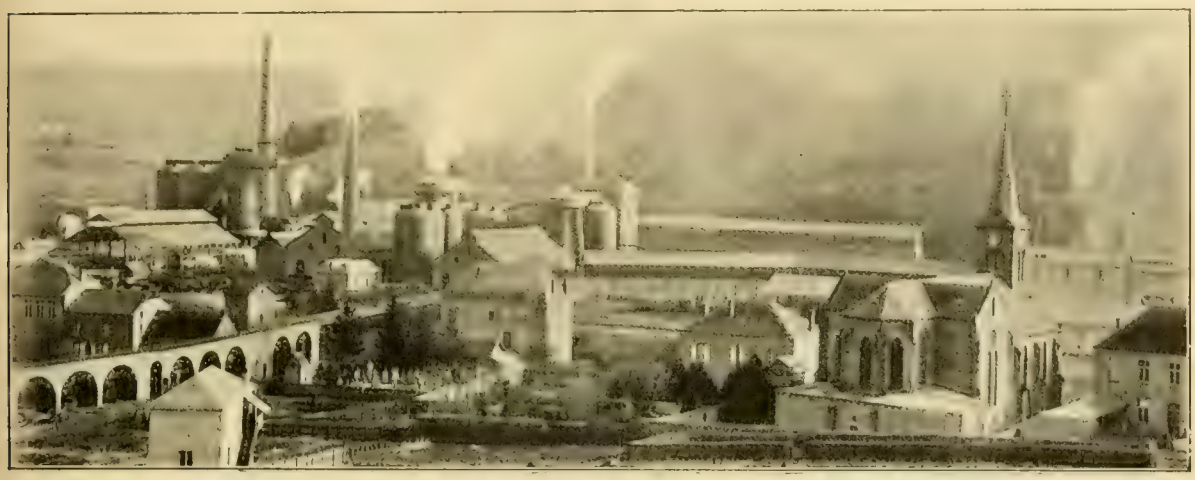


Fig. 13. — *Vue des Hauts Fourneaux de Saulnes, près Longwy (usine G. Raty et Cie).* — On aperçoit quatre Hauts Fourneaux, dont trois à feu, avec appareils Cowper pour le chauffage du vent. A gauche, un viaduc relie, par un plan incliné, les concessions minières de la Compagnie aux Hauts Fourneaux. Le dépôt des minerais se fait dans de grandes cases, ou *accumulateurs*, suspendues, munies de trappes à coulisse d'où le minerai coule dans des wagonnets. Un seul homme suffit, avec cette disposition, pour fournir le minerai à un Haut Fourneau, soit 120 à 140 tonnes, au moins, par 12 heures.

La pression de l'air injecté les pénètre jusqu'au centre du four.

Aussi voyons-nous aujourd'hui les établissements qui tiennent le record du progrès munis ou en train de se pourvoir de multiples et puissantes

[1] L'allure d'un Haut Fourneau trouve son expression dans le rapport du volume de l'appareil au poids de fonte produit par 24 heures; elle est d'autant plus rapide que ce rapport se rapproche davantage de l'unité.

On trouve, dans le mémoire si intéressant de M. Gruner fils sur la fabrication de la fonte au bois en Styrie et Carinthie, publié en 1876 dans les *Annales des Mines*, entre autres exemples de fourneaux à allure rapide, celui de Fridau, produisant 37 tonnes avec 40 mètres cubes de vide, soit $1^{m3},2$ par tonne de fonte. Le lit de fusion ne séjournait que 8 heures dans le fourneau. Le minerai rendait 45 à 47 °/₀ de fer, et, avec une température de vent égale à 350° C., on ne consommait que 670 kilogrammes de charbon par tonne de fonte.

Les Hauts Fourneaux de la Sollenzara (Corse), que la Compagnie de Terre-Noire avait amodiés en 1872, ont produit pendant plusieurs années 16 tonnes 1/2 de fonte grise en traitant des minerais d'Elbe et de Mokta, avec un vide de 16 mètres cubes. Mais la consommation de charbon était plus élevée : 950 kilogrammes par tonne de fonte; d'autre part, le vent n'était chauffé qu'à 220° C. maximum.

soufflerie à air chaud. Les grandes dimensions actuelles des appareils Cowper employés à chauffer l'air du Haut Fourneau ont modifié l'ancien aspect des usines, changement si marqué qu'il frappe même le visiteur étranger à l'industrie de la fonte. Dans les anciens établissements, ce qui fixait tout d'abord l'attention de l'arrivant, c'était la hauteur du Haut Fourneau ; il dominait toute la scène : aujourd'hui ses dimensions en hauteur sont dépassées par celle des souffleries à air chaud dont il est flanqué : ce sont ces appareils que de loin on aperçoit tout d'abord. Les figures 11, 13, 14 et 15 donnent cette même sensation : elles représentent la disposition nouvelle des Hauts Fourneaux et de leurs annexes aux usines de Consett, de Saulnes et de Neuves-Maisons.

Peut-être l'économie de combustible avec l'allure rapide restera, pour des Hauts Fourneaux dont la capacité atteint ou dépasse 400 mètres cubes, toujours inférieure à celle qui a été obtenue déjà dans des appareils d'un volume moindre, et compris entre 200 et 300 mètres cubes [1] ; cependant, on est arrivé à Pittsburg à réaliser la production d'une tonne de fonte Bessemer pour un vide inférieur à *un mètre cube et demi* dans des Hauts Fourneaux d'un volume intérieur dépassant 500 mètres cubes, et tout en ne consommant que 840 kilogrammes de coke à 89 °/₀ de carbone fixe. Ce résultat, bien qu'obtenu avec un minerai rendant 62 °/₀ de fer, peut être estimé comme très satisfaisant.

Les Hauts Fourneaux de Berge-Borbeck (Westphalie), d'un volume de 165 mètres cubes, produisent 109 tonnes de fonte Thomas par 24 heures, avec une consommation de 860 kilogrammes de coke. Le lit de fusion est sans doute riche, mais composé avec des magnétites de Suède et des scories de puddlage, qui sont des minerais peu réductibles par l'oxyde de carbone.

Ces deux exemples montrent des résultats économiques d'une égale valeur ; ni l'un ni l'autre ne permettent donc de décider s'il est avantageux ou non d'agrandir les Hauts Fourneaux au delà d'une certaine limite, atttendu que bien d'autres facteurs que ceux mis ici en présence concourent au résultat économique final. Cependant, tous les deux tendent à confirmer les avantages de l'allure rapide pratiquée avec les principes qui ont guidé les Américains dans son application, joints à ceux des maîtres de forges de l'est de la France et de la Westphalie, tendant à réaliser la constance de température du vent en augmentant le nombre d'appareils Cowper par Haut Fourneau, et en portant à 25 ou 30 mètres la hauteur de ces appareils.

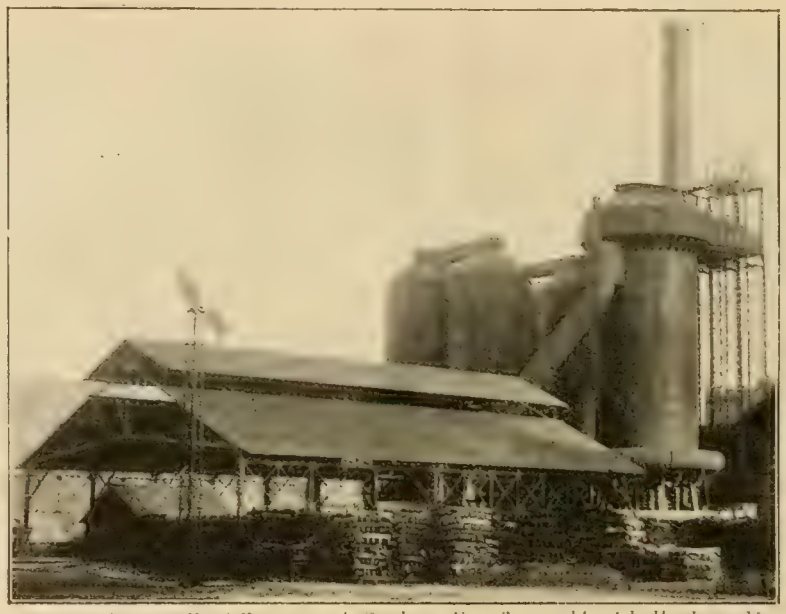


Fig. 14. — *Nouveau Haut Fourneau de Saulnes. Vue d'ensemble et halle de coul'e.* — Ce Haut Fourneau (n° 4), non encore mis à feu, doit être muni de six appareils Cowper, dont quatre sont construits déjà. Le volume utile de ce Haut Fourneau est de 420 mètres cubes. Il a 22 mètres de hauteur, 6 mètres de diamètre au ventre, 3 m. 25 de diamètre au creuset et 5 mètres de diamètre au gueulard. Il est susceptible de produire 110 à 120 tonnes de fonte de moulage par 24 heures.

III. — Des réactions a l'intérieur du haut fourneau.

Dans le Haut Fourneau, comme dans tout four à cuve, il y a à considérer deux courants de matières allant en sens inverse : les gaz produits devant les tuyères, sous le jet de vent forcé, montent en cédant leur chaleur aux matières solides du lit de fusion (coke, minerai et fondant), tandis que celles-ci descendent, en s'échauffant, jusqu'au fond de l'appareil — où elles apportent toute la chaleur absorbée au contact des gaz.

L'équilibre de température en un point quelconque de la masse pourrait s'établir si le contact des matières solides et gazeuses, à la fois intime et suffisamment prolongé, pouvait être réalisé : alors, les gaz s'échapperaient à la température ambiante sans emporter de chaleur. Mais

[1] Parce que le contact des matières solides avec les gaz peut se faire plus intime dans les fourneaux moins volumineux.

ce sont là des conditions irréalisables dans la pratique.

D'autre part, comme, dans sa descente, le minerai, en même temps qu'il s'échauffe, subit une *réduction* et une *carburation* simultanées, qui se continuent aussi longtemps qu'il reste perméable aux gaz, il importe d'accentuer, en la prolongeant, cette double réaction dont dépend l'économie de l'opération. A cet effet, on s'applique à répartir la chaleur de telle sorte que, développée au maximum devant les tuyères, dans le creuset, où elle est nécessaire à la fusion des matières, elle tombe, à peu de distance au-dessus, à un niveau de température inférieur à celui qui détermine leur viscosité.

La forte pression et la haute température du vent soufflé concourent à ce résultat, parce que l'une et l'autre excitent l'affinité de l'oxygène pour le carbone. Leur action simultanée, en forçant le contact intime de l'air chaud avec le combustible qu'il pénètre, détermine une combustion active et complète, localisée sous le jet du vent. La chaleur

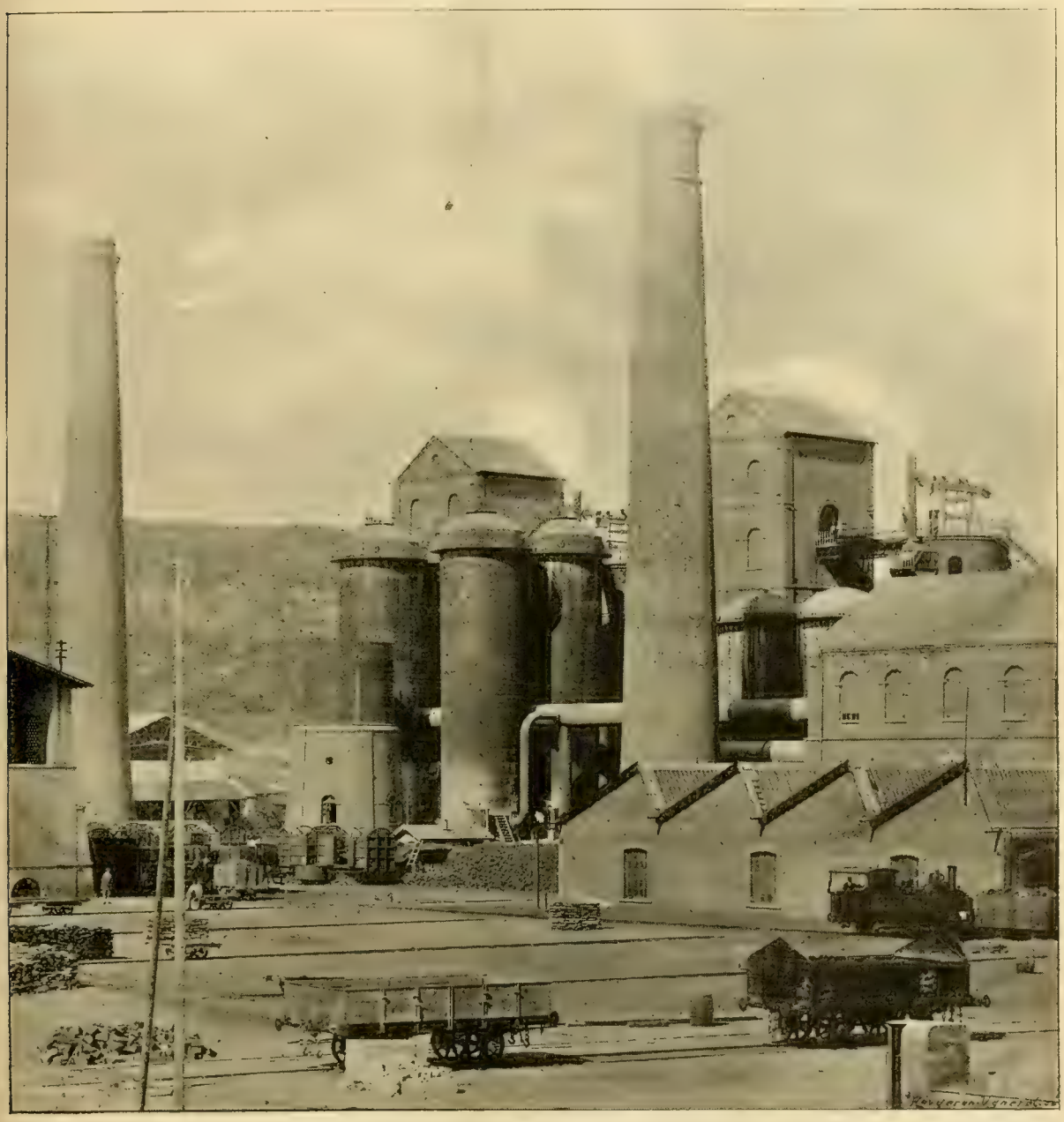


Fig. 15. — *Hauts Fourneaux de Neuves-Maisons* (près Nancy). — On aperçoit au centre les quatre appareils Cowper de 25 mètres de hauteur qui chauffent l'air du dernier Haut Fourneau construit par M. de Lespinatz. Ce Haut-Fourneau a 22 mètres de hauteur, 6 m. 20 de diamètre au ventre, 1 mètres au gueulard et 3 mètres au creuset. Il produit 140 à 150 tonnes de fonte de forge par 24 heures.

que cette combustion développe se trouve donc concentrée tout entière dans une zone restreinte où la température, portée à son maximum d'intensité, exalte les énergies chimiques et provoque les réactions des corps en fusion les uns sur les autres.

§ 1. — Phénomènes chimiques.

1. *Réduction par l'oxyde de carbone.* — L'oxyde de fer, supposé, pour simplifier les formules, à l'état de FeO, peut être réduit directement par le carbone (A) ou par l'oxyde de carbone (B :

$$C + FeO = CO + Fe \qquad (A)$$
$$CO + FeO = CO^2 + Fe. \qquad (B)$$

La première réaction (A) absorbe, par kilogramme d'oxygène enlevé au fer, 2.350 calories de plus que la seconde (B); il y a donc un bénéfice évident à se servir exclusivement de CO comme agent réducteur, et c'est ce que peut réaliser le Haut Fourneau, mais, cependant, pas d'une façon complète [1].

En effet, les dernières traces d'oxygène ne sont jamais enlevées au fer que par le contact direct du carbone, attendu que CO oxyde partiellement le fer. Ainsi, sous l'action prolongée de CO pur au rouge vif (900° C.), l'oxyde précipité Fe^2O^3, retient 1 °/₀ d'oxygène, et le minerai de Cleveland, environ 10 °/₀ (Expériences de Sir Lowthian Bell).

Mais CO n'agit pas seulement sur l'oxyde de fer comme agent réducteur; il agit aussi comme agent carburant en se dédoublant :

$$2CO = CO^2 + C.$$

Sir Lowthian Bell et Gruner ont, les premiers [2], mis en lumière cette double action de CO, dont les effets variables avec la température d'une part, et la proportion de CO^2 en présence, d'autre part [3], ont été principalement étudiés par sir Lowthian Bell, dans de nombreuses expériences résumées dans les tableaux I, II et III.

[1] Dans la pratique, la réaction (B) est exprimée par l'équation :

$$3.CO + FeO = 2CO + Fe + CO^2.$$

L'action réductrice de CO cesse quand CO^2 dépasse $\frac{1}{3}$ du volume total du mélange. (Voir tableau III.)

[2] Le savant allemand Stammer a, le premier, constaté que CO oxyde en partie l'éponge de fer, tout en la carburant :

$$Fe + x.CO = FeO^x + xC.$$

Gruner a prouvé que le dépôt de C est plus abondant avec l'oxyde de fer partiellement réduit :

$$FeO^x + yCO = FeO^{x+y} + yC.$$

Celui-ci peut absorber 308 parties de C pour *une* de fer, lorsque, dans le même temps, l'éponge de fer n'en absorbera que 158 parties.

[3] Ce dépôt de C est activé par la présence de CO^2 en certaine proportion. Cependant, quoique assez abondant avec 2.Vol. de CO et 1.Vol. de CO^2, à 470° C., il cesse complètement quand la proportion de CO^2 atteint 40 °/₀. (Expériences de A. Pourcel au laboratoire de Clarence.)

Tableau I. — Températures qui limitent l'action des gaz CO et CO^2

CO commence à réduire Fe^2O^3 précipité, vers...	141°
CO commence à réduire le minerai de Cleveland grillé, vers.....	200°
CO commence à se dédoubler : $2CO = CO^2 + C$, vers.....	220°
CO commence à oxyder l'éponge de fer, vers.....	420°
CO se dédouble avec une énergie maxima, vers	450°
C déposé commence à réagir sur Fe^2O^3, à partir de	250°
CO commence à oxyder le fer, suivant sa structure, entre 300° et.....	420°
CO^2 commence à oxyder les combustibles tendres, vers.....	420°
CO^2 commence à oxyder le coke dur et l'anthracite, vers.....	800°
Le dépôt de C par dédoublement de CO cesse complètement au rouge vif.....	900°

Tableau II. — Influence de la nature physique du minerai et de la vitesse du courant de CO à 410° C. sur la réduction et le dépôt de carbone dans le même temps.

	O enlevé % par courant CO		C déposé % de Fe par courant CO	
	lent	rapide	lent	rapide
Fe^2O^3 précipité.	49.30	80.60	78.70	335.40
Minerai de l'île d'Elbe.....	16.90	18.20	3.80	4.90
Minerai du Cleveland.....	37.30	50.70	12.60	22.30
Miner. spathique grillé.....	13.00	42.00	2.30	3.90

Tableau III. — Mélanges de CO et CO^2, sans action oxydante sur le fer, ou *neutres*, suivant la température.

1° A la chaleur blanche.....	90 de CO	et	10 de CO^2
2° Au rouge vif.....	68 de CO	et	32 de CO^2
3° Au rouge sombre.....	40 de CO	et	60 de CO^2

La réaction $CO^2 + C = 2CO$, qui absorbe beaucoup de chaleur, ne prend quelque importance que dans la zone du fourneau où la température atteint 750 à 900°, avec les cokes métallurgiques ordinaires.

La température à laquelle un minerai commence à se réduire sous l'action de CO, varie avec sa nature physique; mais, tandis que la réduction s'active à mesure qu'augmente la température, le dépôt de carbone, au contraire, bien qu'il commence à se produire simultanément, ou presque, avec la réduction, atteint son maximum d'énergie à 450°, et va ensuite en diminuant jusqu'à 900° C. où il cesse complètement [1].

[1] A la température de 470 à 480°, il a été constaté qu'un

Fig. 16 — *Vue d'ensemble des Hauts Fourneaux du Creusot avec leurs appareils Cowper ancien modèle.* — A gauche une locomotive de manœuvre transporte une poche de fonte liquide sortant d'un Haut Fourneau pour la conduire au convertisseur Bessemer où cette fonte sera transformée en acier. — Au premier plan, train de wagonnets allant charger des scories

Le tableau IV révèle un phénomène d'une grande importance pratique : *l'influence favorable de la rapidité du courant gazeux sur la réduction et sur la cémentation des minerais :*

Tableau IV. — Action de CO^2 sur le charbon de bois. Résultats obtenus par le professeur Akerman, en faisant agir pendant le même temps un volume constant de CO^2, et analysant le gaz sorti.

A 319°	CO recueilli	néant
A 393°	CO recueilli	0,4 %
A 918°	CO recueilli	13,0 %

Cela s'explique, dans une expérience de laboratoire, par ce fait que la quantité de réactif fournie est plus abondante. Mais, dans le Haut Fourneau, elle ne varie pas, et tend même à diminuer avec le combustible économisé par l'emploi du vent chaud. On comprend, cependant, que CO^2 étant plus lourd que CO, s'il est balayé, à mesure qu'il se forme, par un courant gazeux énergique, le temps de son contact avec le fer du minerai réduit étant diminué, son action réversible oxydante sera d'autant atténuée. Il est à noter, aussi, que cette réaction réversible, dont l'énergie est variable avec la proportion du réactif CO^2 dans le mélange gazeux (Voir le tableau III), peut se faire aux dépens du carbone déposé; mais comme elle absorbe une très grande quantité de chaleur, elle est, par suite, lente à se produire, et la rapidité du courant gazeux lui est également contraire.

En résumé, avec un profil élancé, à *ventre* placé assez bas, qui facilite la descente régulière des charges et évite la formation de cheminées, le courant gazeux rapide que détermine une pression élevée aux tuyères, aura comme conséquences : d'abord, le brassage plus intime des matières solides avec les gaz ; ensuite, la réduction et la cémentation plus accentuées du minerai, quelle qu'en soit la nature physique.

C'est la pratique seule qui permet, pour chaque cas particulier, de fixer une limite à la rapidité d'allure ; mais il faut insister sur ce point que, en deçà comme au delà de cette limite, la marche sera plus onéreuse.

2. *Action du carbone déposé.* — Il ne paraît pas douteux, à la suite de l'examen attentif des considérations qui précèdent, que la formation de la fonte, en majeure partie, ainsi que le départ des dernières traces d'oxygène, ne soient dus au *carbone déposé*. Celui-ci commence à réagir sur l'oxyde de fer dès 250° (Tableau I); mais jusqu'à une température voisine de 500°, le rouge sombre, l'énergie réductrice directe du carbone reste relativement limitée, tandis que le dépôt en est le plus actif pendant la même période [1].

Par conséquent, toutes les circonstances qui tendront à maintenir plus longtemps les charges dans la zone où la température ne dépasse pas le rouge sombre, augmenteront la proportion du *carbone déposé* et rapprocheront de l'idéal visé de réduire le minerai par l'oxyde de carbone seul.

C'est bien la réaction : $FeO + C = Fe + CO$ qui se fera ; mais, au lieu d'être emprunté au combustible en contact, le carbone réducteur sera le carbone déposé, produit du dédoublement de l'oxyde de carbone : $2CO = CO^2 + C$; et, en définitive, c'est CO seul qui aura été l'agent réducteur.

Il est évident que, si le carbone du combustible chargé au gueulard, arrivait sans changement de poids aux tuyères pour y brûler à l'état de CO, on aurait réalisé le désidératum de l'utiliser à l'état gazeux pour la réduction complète du minerai. Un tel résultat n'a jamais été atteint.

3. *Quantité de carbone brûlée aux tuyères.* — L'analyse des gaz qui s'échappent du fourneau fournit les éléments pour déterminer la quantité de carbone brûlée aux tuyères; et les calculs simples qui servent à l'obtenir seront ici développés d'après un exemple d'application à un Haut Fourneau de Clarence que l'on venait de pourvoir d'appareils Cowper et dont l'allure n'était pas réglée :

1° La consommation de coke pour une tonne de fonte à 3,06 °/₀ de carbone était 1094 kilos ;

2° Les analyses des matières composant le lit de fusion fournissaient les données suivantes :

Poids de la cendre + humidité du coke.		104,00 kg.
»	d'oxygène du minerai grillé...	457,20
»	d'oxygène de CO^2 de la castine.	155,90
»	du carbone de CO^2 »	56,60

3° Les gaz avaient en poids la composition suivante :

		C	O
CO^2 = 17,03	renfermant	4,64	12,38 kg
CO = 26,70	»	11,44	15,25 »
H = 0,01	»	....	....
Az = 56,26	»	....	....
100,00		16,08 kg.	27,63 kg.

4° Le total de carbone entré au gueulard était :

Coke consommé	1094 kg.
Moins cendres et humidité	104 kg.
Carbone du coke	990 kg.
Carbone de la castine (CO^2)	56,600 kg.
(*a*) Total	1046,600 kg.

mélange de 2 volumes de CO et 1 volume de CO^2 cesse son action réductrice sur le minerai de Cleveland grillé, après lui avoir enlevé 5 °/₀ de son oxygène. Pendant cette réduction partielle, il s'était déposé 1 °/₀ de C. Le dépôt de carbone peut augmenter presque indéfiniment. (Expérience de M. A. Pourcel, au laboratoire de Clarence.)

[1] Se reporter à l'expérience relatée dans la note précédente qui paraît justifier la réaction qu'exprime l'équation :

$$FeO^x + y\,CO = FeO^{x+y} + y\,C.$$

5° Le poids des gaz produits par une tonne de fonte se calculait ainsi :

La quantité de carbone transformée en gaz CO et CO^2 est donnée par (*a*) diminué du poids entré dans la fonte, c'est-à-dire :

$$1046,60 - 30,60 = 1016 \text{ kg.}$$

Or, l'analyse des gaz (3°) donne la quantité de carbone, 16 kilos 08, qui correspond à :

Az	56,260 kg.
CO^2	17,030
CO	26,700
H	0,010

Une simple proportion donnera donc les quantités correspondantes de ces gaz pour un poids de carbone de 1.016 kilos.

Az	3.558,832 kg.
CO^2	1.076,960 »
CO	1.680,592 »
H^2O eau du coke	25,000 »
H [1]	2.500 »
	6.343,884 kg.

Tel est le poids des gaz produits par tonne de fonte. Le poids d'azote, 3.559 kilos, en chiffres ronds, qui ne peut provenir que du vent soufflé, correspond donc à un poids d'oxygène de 1.067 kilos [2].

Le poids d'air sec soufflé par tonne de fonte produite est donc de :

3559.Az + 1067.O	4.626 kg.
Plus l'humidité	28
Total	4.654 kg.

Mais les 1.067 kilos d'oxygène apportés par ces 4.654 kilos d'air soufflés n'ont pu brûler aux tuyères, sous forme de CO, que 805 kilos de carbone ; donc, il y en a eu 1.016 — 805 = 211 kilos brûlés dans le parcours des tuyères au gueulard par réaction directe :

$$C + CO^2 = 2\,CO$$ [3].

La vérification de ce simple calcul est facile à faire. La quantité totale d'oxygène introduite dans le Haut Fourneau se décompose ainsi :

Oxygène apporté par le vent	1.067,000 kg.
— par H^2O	20,300
— par minerai	457,200
— par castine (CO^2)	155,900
Total	1.700,400 kg.

[1] Hydrogène de l'eau hygrométrique du vent soufflé, décomposée.

[2] 77.Az correspondent à 23. O pour donner 100 d'air.

[3] Ce fourneau, le n° 7 de Clarence, avec un volume intérieur un peu supérieur à 600 mètres cubes, ne produisait que 72 à 75 tonnes, par 24 heures, de fonte de moulage, la température du vent étant de 750° C., et sa pression de 13 à 14 centimètres de mercure. On avait pu élargir les entrées de vent, mais la pression n'avait pu être augmentée. Depuis cette époque, 1889, on a établi de puissantes soufflleries qui ont permis de porter à 30 centimètres la pression, et on a obtenu une amélioration dans les conditions de marche.

La quantité d'oxygène renfermée dans le poids de gaz formé par tonne de fonte doit lui correspondre. Il est fourni par CO^2 et CO :

		C	O
CO^2	1,076,960	293,6	782 kg.
CO	1,688,592	723,0	965 kg.
		1.016,6	1.747 kg.

La différence en plus,

$$1747 - 1700,400 = 46,600 \text{ kg.}$$

s'explique par l'insuffisance de grillage du minerai de Cleveland [1].

La décomposition de la castine en $CaO + CO^2$, qui n'est complète qu'au rouge vif, contribue à brûler, sans doute, une certaine proportion de carbone dans la cuve du fourneau :

$$CO^2 + C = 2\,CO;$$

mais l'importance de cette réaction, variable avec la nature physique du combustible, devient négligeable avec un coke dur.

§ 2. — Phénomènes calorifiques.

1. *Importance des phénomènes calorifiques.* — Quant au carbone qui est consommé dans le creuset, en plus de la proportion plus ou moins grande qu'en dissout la fonte, il faut comprendre celui que nécessite la réduction des corps qui se réduisent seulement au contact du carbone : les composés du silicium et du manganèse. C'est pourquoi les fontes qui contiennent plus ou moins de ces corps ont consommé plus de combustible pour être produites que les fontes blanches d'affinage, qui en sont dépourvues.

L'exemple (Tableau V, p.532) d'un bilan des quantités de chaleur apportées et consommées dans un fourneau produisant une fonte de composition déterminée [2], montrera l'importance des phénomènes calorifiques résultant des réactions qui s'y passent.

Le Haut Fourneau auquel se rapporte ce bilan avait 584 mètres cubes de vide intérieur, et ne produisait par 24 heures que 63 tonnes de fonte de moulage — sans doute de première fusion — ayant la composition suivante :

Carbone	3,40
Silicium	1,20
Manganèse	0,50
Phosphore	1,30
Fer	93,60
	100.00

On consommait pour la produire, et par tonne :

[1] On n'a pas non plus tenu compte de l'oxygène de SiO^2, de Mn^3O^4 et de Ph^2O^5 du phosphate de chaux.

[2] L'exemple est emprunté au « *Manuel de la métallurgie du fer* » de Ledebur, traduit par MM. de Langlade et Valton. *Op. cit.*

2.440 kilos de minerai grillé, 625 kilos de castine et 1.100 kilos de coke.

On produisait 1.480 kilos de laitier par tonne de fonte, et les gaz du gueulard s'échappaient à la température de 412° C [1].

Un simple examen des chiffres fournis par le bilan du tableau V montre l'économie qui peut résulter du traitement d'un minerai riche par un combustible peu cendreux, exigeant l'un et l'autre moins de castine, et donnant par conséquent moins de laitier [2]. Et, si le poids de combustible consommé est diminué, celui des gaz produits par unité de fonte sera moindre, et, *moindre aussi* la chaleur qu'ils emporteront. Il n'est pas utile d'insister sur la plus grande consommation de combustible que nécessite l'incorporation dans la fonte de quantités plus grandes de silicium et de manganèse.

Les pertes par conductibilité et rayonnement, qui sont ici de 571 calories, doivent être diminuées par un séjour moins long des matières solides dans le Haut Fourneau. En effet, elles sont réduites de moitié par l'allure rapide dans les Hauts Fourneaux américains [3].

En résumé, la réduction de l'oxyde de fer absorbe une quantité de calories à peu près constante. Elle est encore, dans les meilleures conditions de marche, égale ou peu supérieure à celle que consomment les réactions accessoires et qui varient avec la richesse du minerai et la nature de la fonte à produire. Il faut donc, quel que soit le minerai traité, tendre à obtenir sa réduction par CO, afin d'économiser le combustible; restreindre enfin l'importance de la réaction ruineuse :

$$C + CO^2 = 2\,CO\ ^{1}.$$

Or, on a vu que c'est la haute température [2], jointe à la pression énergique du vent soufflé, qui aide à approcher de ce désidératum, en concentrant la chaleur dans *l'ouvrage*, et en la tempérant à peu de distance au-dessus.

TABLEAU V. — Balance des calories.

CALORIES APPORTÉES		CALORIES ABSORBÉES	
Par la combustion du carbone	3.534	Par la réduction de Fe^2O^3	1.681
Par le vent chauffé à 780°	914	— SiO^2	94
		— Mn^3O^4	10
		— *a* Ph^2O^5	75
			1.860
Total	4.448	Par 1kg de fonte grise	280
Le coke renfermait 92,50 de C fixe.		Par 1kg,48 de laitier	740
Les calculs développés précédemment montrent comment on détermine la quantité d'air soufflé pour 1kg de fonte produite, et, aussi, les quantités respectives de C brûlées à l'état de CO et de CO^2 qui servent au calcul du chiffre ci-dessus, par l'analyse des gaz du gueulard.		Par les gaz : 6kg,663	647
		Par eau hygrométrique	96
		Par décomposition de castine	254
		Reste pour Pertes diverses	571
		Total égal	4.448

a On a affaire ici à $3\,CaO - Ph^2O^5$ qui ne se décompose qu'au contact du C et de la SiO^2. Le Phosphate de fer se réduit au rouge par CO, en Phosphure.

2. *Dispositions pour assurer une répartition convenable des températures.* — La température devra être au gueulard aussi faible que possible. Par conséquent, s'il est toujours avantageux de griller les minerais, même les hématites pour les débarrasser de leur eau de combinaison, et les oligistes, pour les rendre perméables aux gaz, il faut éviter de les charger chauds afin de prolonger la période pendant laquelle ils resteront soumis à la température la plus favorable à leur cémentation par le dédoublement de CO.

Le profil (fig. 17) innové aux Hauts Fourneaux de New-Port en Tees — près Middlesbrough — par MM. Howson et Howdon, offre la forme la plus rationnelle pour prolonger la période de cémentation et de réduction.

Les résultats obtenus avec ce profil marquent un progrès bien réel. Sans agrandissement du volume ni changement dans les autres conditions, la pro-

[1] Le vent soufflé était chauffé à 780°. C'était là une marche plus que médiocre. Un vide de 4 mètres cubes par tonne de fonte de moulage est, dans ces conditions, plus que suffisant pour avoir une marche économique en traitant le minerai grillé de Cleveland. Mais, dans bien des usines d'Angleterre, on en est encore à comprendre les avantages d'une puissante soufflerie.

[2] La capacité calorifique de la fonte grise est supposée égale à 280 c.; celle d'un laitier calcaire à 30 °/₀ ou 35 °/₀ de SiO^2, égale à 500 c.

[3] Consulter : *Fabrication de la fonte aux États-Unis*, par de Billy. *Op. Cit.*

Et aussi : *Fabrication de la fonte*, par de Billy. Collection des Aide Mémoire de M. Léauté, membre de l'Institut..

[1] Chaque unité de C absorbe 5400 calories dans la cuve, et supprime 2400 calories qu'elle aurait données en brûlant aux tuyères.

[2] Pratiquement, avec cinq appareils Cowper en fonction, on obtient la constance de température : 750° à 800° C. Quand on a essayé d'aller au delà, on a eu des accidents de valves de distribution, auxquels on n'a pu que très imparfaitement remédier jusqu'à présent.

duction en fonte n° 3 a passé de 75 tonnes à 114 tonnes par 24 heures, tandis que la consommation du coke a été réduite de 1.100 à 1.025 kilos.

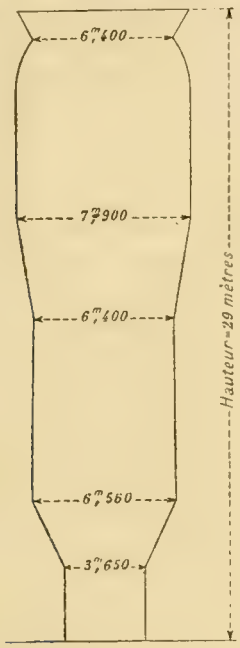


Fig. 17. — *Profil Howson et Howdon.* — Volume = 680 ^{m2}.

Cependant, le vide par tonne de fonte est encore de 6 mètres cubes! Avec de plus puissantes souffleries on l'abaisserait à 4 mètres cubes et, peut-être, avec une économie sur le combustible.

IV. — Répartition géographique des fabriques de fonte.

§ 1. — Distribution des Hauts Fourneaux en France.

Bien que beaucoup d'usines, le Creusot, par exemple, emploient en grande quantité des minerais de qualité supérieure importés d'Espagne, c'est, le plus souvent, la distribution géographique des mines de fer et de houille qui détermine la répartition des Hauts Fourneaux sur notre sol.

Grosso modo, on peut dire que l'industrie de la fonte est surtout représentée dans le nord de la France, dans la région du Nord-Est, et aussi, vers le Centre, sur les bords de la Loire et dans la vallée du Rhône.

Nous n'entreprendrons point d'énumérer ici toutes les fabriques, et nous nous bornerons à indiquer, pour chaque région et département, les usines les plus importantes.

1. *Région du Nord et du Nord-Est.* — Dans le Nord et le Nord-Est, l'industrie de la fonte est très développée et très florissante depuis que la déphosphoration permet d'employer les minerais phosphorés de ces régions à la fabrication de fers et aciers de bonne qualité.

Dans le *Pas-de-Calais*, il faut citer l'usine de la Société des Aciéries de France.

Dans le département du *Nord*, les principales fabriques sont : les Hauts Fourneaux de la Société des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin (quatre Hauts Fourneaux à Denain et deux à Anzin); la Société de Vezin à Aulnoye; la Société des Hauts-Fourneaux de Maubeuge; la Société des Usines de la Providence.

En *Meurthe-et-Moselle*, on compte 63 Hauts Fourneaux, dont 42 dans la région de Longwy et 21 dans celle de Nancy. — A Mont-Saint-Martin, la Société des Aciéries de Longwy en possède sept. Citons aussi ceux de MM. Gustave Raty et Cie, les Hauts Fourneaux de Micheville, au nombre de quatre, ceux de MM. Ferry, Currique et Cie à Saulnes (quatre à l'usine de Saulnes), ceux de MM. de Wendel et Cie, au nombre de cinq, à leur usine de Jœuf. Dans la région de Nancy, les principales fabriques sont celles de : la Société des Hauts Fourneaux de Pont-à-Mousson (cinq Hauts Fourneaux); la Société des Aciéries du Nord et de l'Est à Jarville (cinq Hauts Fourneaux); la Société métallurgique de la Haute-Moselle, qui possède deux Hauts Fourneaux à Liverdun et deux à Neuves-Maisons.

Dans la *Haute-Marne*, il convient de signaler : la Compagnie des Forges de Champagne; la Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Brousseval, et les Forges de Manais.

Dans la *Haute-Saône*, la fabrication de la fonte ne comprend qu'un petit nombre d'usines. Citons les Hauts Fourneaux de la Société des Forges de Franche-Comté et ceux des Forges d'Audricourt (*Haute-Saône*).

2. *Région de la Loire.* — Le Cher n'a que les Hauts Fourneaux de Mazières et de Rozières, où le chauffage se fait soit au bois, soit par le procédé mixte (bois et charbon); plus importante est la production de fonte dans l'*Allier* : la Compagnie de Fourchambault et Commentry possède à Montluçon une usine célèbre; la Société de Châtillon et Commentry entretient dans le même département des Hauts Fourneaux importants et renommés. Il y a, en outre, dans l'Allier, quelques petites fabriques.

En *Saône-et-Loire*, l'immense établissement du Creusot, alimenté par les minerais de la région et des minerais espagnols, possède quatre Hauts Fourneaux de grand débit.

Dans la *Loire*, la Compagnie des Forges de Firminy a un Haut Fourneau justement réputé.

3. *Région du Sud-Est.* — Citons : dans le *Rhône*, les Hauts Fourneaux de MM. De La Rochelle et Cie à Givors; dans l'*Isère*, ceux de MM. Charles Pinet

et Cie à Allevard, l'usine de Chasse, située sur les bords du Rhône et appartenant à la Compagnie de Chasse; dans l'*Ardèche*, à La Voulte-sur-Rhône, les quatre Hauts Fourneaux de la Compagnie de Lorme, et, près de Privât, les Hauts Fourneaux du Pouzin, propriété de la même Compagnie; dans le *Gard*, les usines de Bessèges et les Hauts Fourneaux de la Compagnie des Forges d'Alais, à Tamaris; dans les *Bouches-du-Rhône*, les usines de Saint-Louis et celles de la Compagnie des Mines de Porte et Sénéchas ou Compagnie du Gaz de Marseille.

4. *Région du Sud-Ouest.* — Dans l'*Aveyron*, la Compagnie de Fourchambault et Commentry possède le Haut Fourneau de Decazeville, près duquel elle est en train d'en édifier un second.

A mesure qu'on s'éloigne de la région cévenole pour aller vers l'Ouest, on constate la diminution d'importance des gisements de fer et de houille et, par suite, celle des fabriques de Fonte. C'est ainsi que, dans la *Dordogne*, nous n'avons à signaler que de petits Hauts Fourneaux chauffés au bois; en *Lot-et-Garonne*, il faut mentionner les Hauts Fourneaux de Fumet; dans le *Tarn*, ceux de la Société des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn; dans l'*Ariège*, les Hauts Fourneaux de Tarascon-sur-Ariège, chauffés au bois.

Dans les *Landes*, une usine, celle du Boucau, appartenant à la Société des Forges et Aciéries des Chemins de fer et de la Marine, offre une très grande importance : elle emploie une grande quantité de minerai de Bilbao et est actuellement en pleine production.

La côte occidentale du Golfe de Gascogne ne possède d'autre fabrique de fonte que dans la *Loire-Inférieure*, à Trignac; cette usine appartient à la Société des Hauts Fourneaux et Forges de Trignac.

§ 2. — Distribution des Hauts Fourneaux en Belgique, en Allemagne et dans le Royaume-Uni.

Il n'entre pas dans le plan de cet article d'indiquer la répartition des fabriques similaires, même des plus importantes, à l'Étranger. Nous croyons cependant devoir citer quelques usines très florissantes, concurrentes de l'industrie française, en Allemagne, en Belgique et en Angleterre.

1. *Allemagne.* — En *Lorraine*, ce sont des Français, MM. de Wendel, qui sont les plus puissants producteurs de fonte, ayant sept Hauts Fourneaux à Hayange et six à Mayeuvre; à Rombas, MM. Spœter et Cie possèdent trois Hauts Fourneaux. Ces belles usines, autrefois françaises, sont comprises dans le territoire annexé à l'Allemagne depuis la guerre de 1870.

Dans le grand-duché de *Luxembourg*, la Société de Dudelange emploie cinq Hauts Fourneaux; MM. Metz et Cie en possèdent huit, dont quatre à Esch; la Société des Usines de Rothe-Erde en a quatre.

Dans la *Prusse Rhénane*, c'est la région de la Sarre qui produit le plus de fonte : à Burdach la Société des Mines de Luxembourg a cinq Hauts Fourneaux; MM. Stumm frères en ont six à Neun-Kirchen; et il existe encore, dans ce pays, beaucoup d'autres fabriques, dont l'importance s'accroît de jour en jour et constitue, à l'égard de notre industrie nationale, une sérieuse menace.

2. *Belgique.* — La Belgique, petit pays très favorisé sous le rapport du minerai et surtout de la houille, possède de grands établissements métallurgiques dont la production de fonte est considérable : tels les Hauts Fourneaux de Charleroi (et des environs), ceux de Sclessing et surtout, près de Liège, les célèbres usines Cockerill, véritable Creusot belge, qui fournissent au monde entier.

3. *Royaume-Uni.* — En *Angleterre*, nombreuses sont les grandes Compagnies qui font de la fonte : le Cleveland en produit, à lui seul, plus que toute la France; viennent ensuite, par ordre d'importance : le Middland, le pays de Galles et le Cumberland. Parmi les puissantes Sociétés qui entretiennent des Hauts Fourneaux en ces régions, figurent au premier rang : la Compagnie Consett dans le Durham; la Société Belbrother et Cie, a Middlesborough; la Compagnie Dawlais, à Cardiff; la Compagnie Barrow in Furness dans le Cumberland.

En *Ecosse*, l'industrie de la fonte est aussi très florissante; la principale Société qui en fabrique est la Scotch Steel Co, qui a ses Hauts Fourneaux près de Glasgow.

Ces fabriques d'Angleterre et d'Écosse recourent, en général, non seulement aux gisements de fer, si abondants en Angleterre et en Écosse, mais aussi aux minerais riches d'Espagne, dont la qualité est particulièrement estimée.

Nous ne poursuivrons pas cette énumération des Hauts Fourneaux dans les autres pays, par exemple aux *Etats-Unis*, où nous devons nous contenter d'indiquer le développement croissant de l'industrie de la fonte. L'importance de la concurrence contre laquelle nous avons à lutter ressortira, d'ailleurs, des statistiques suivantes.

V. — Statistiques de la fonte.

§ 1. — Statistiques de production et d'exportation.

En 1869, la France occupait le quatrième rang parmi les pays producteurs de fonte, avec un ton-

nage de 1.381.000 tonnes. L'Angleterre passait en tête avec un formidable écart entre elle et les États-Unis d'Amérique, qui tenaient le second rang, et l'Allemagne, qui tenait le troisième.

Les productions respectives de ces trois pays étaient :

Angleterre	5.533.000 tonnes.
États-Unis	1.748.000 —
Allemagne	1.400.000 —

4.697.000 tonnes, au lieu de 1.748.000 tonnes ; et celle de l'Allemagne avait plus que doublé avec le chiffre de 3.381.000 tonnes, pour la même année, au lieu de 1.400.000 [1].

Le tableau VI donne la production dans le monde d'année en année depuis 1861, et le graphique de la figure 18 (page 536) résume ce mouvement [2].

1. *Allemagne.* — C'est pendant l'année 1880 que

TABLEAU VI. — Production de la Fonte dans le monde entier de 1861 à 1894 donnée en milliers de tonnes.

	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877
Grande-Bretagne	3.864	4.007	4.582	4.834	4.896	4.596	4.837	5.050	5.533	6.060	6.697	6.812	6.635	6.054	6.432	6.624	6.677
Allemagne	592	706	812	905	975	1.047	1.114	1.264	1.409	1.391	1.564	1.988	2.241	1.906	2.029	1.856	1.907
France	888	1.053	1.149	1.212	1.290	1.253	1.229	1.235	1.381	1.173	866	1.218	1.367	1.123	1.119	1.153	1.322
Belgique	312	353	392	490	471	432	425	436	534	565	609	656	607	533	540	496	470
Autriche-Hongrie	345	354	357	349	292	285	320	375	405	403	425	460	535	509	463	400	388
Russie	286	212	265	301	299	274	323	325	333	360	359	399	384	380	427	442	400
Suède	200	235	220	284	227	230	254	263	292	300	299	340	346	328	351	353	300
Italie	2	3	4	5	6	8	10	10	12	14	16	24	28	29	29	19	16
Espagne	35	40	40	51	60	40	42	43	35	54	53	56	44	40	37	40	50
Autres pays d'Europe	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	40
Total pour l'Europe	6.524	6.988	7.851	8.341	8.536	8.245	8.587	9.36	9.969	10.355	10.922	11.993	12.226	11.242	11.764	11.707	11.820
États-Unis d'Amérique	663	714	860	1.031	845	1.225	1.326	1.454	1.748	1.691	1.734	2.589	2.601	2.430	2.056	1.899	2.099
Autres pays	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Production totale	7.287	7.802	8.811	9.522	9.481	9.570	10.013	10.590	11.817	12.146	12.756	14.682	14.927	13.772	13.920	13.706	14.019

	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894
Grande-Bretagne	6.366	6.072	7.802	8.465	8.582	8.579	7.651	7.369	7.124	7.683	8.129	8.458	8.033	7.525	6.817	6.939	7.364
Allemagne	2.148	2.227	2.729	2.914	3.381	3.470	3.600	3.687	3.928	4.024	4.347	4.524	4.698	4.641	4.937	4.953	[illegible]
France	1.508	1.400	1.733	1.886	2.033	2.067	1.871	1.630	1.416	1.568	1.684	1.734	1.962	1.897	2.023	2.032	2.077
Belgique	519	389	618	625	727	730	751	713	702	756	827	832	788	684	753	760	819
Autriche-Hongrie	434	404	461	514	612	699	734	715	720	704	790	855	965	922	940	—	—
Russie	416	489	446	450	470	500	510	528	534	613	668	740	927	1.035	920	1.149	1.310
Suède	350	343	406	435	399	423	430	464	442	457	457	421	456	491	485	453	463
Italie	19	12	17	28	25	25	18	16	12	12	12	13	14	12	13	—	
Espagne	60	70	86	86	90	90	124	159	158	288	252	198	174	278	247		124
Autres pays d'Europe	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	200 40	—
Total pour l'Europe	11.860	11.446	14.331	15.473	16.359	16.623	15.739	15.331	14.685	16.155	17.205	17.825	18.024	17.505	17.184	—	—
États-Unis d'Amérique	2.338	2.785	3.896	4.210	4.697	4.668	4.165	4.111	5.776	6.522	6.595	7.872	9.443	8.413	9.307	7.239	6.763
Autres pays	100	100	100	100	100	200	300	350	300	300	210	330	240	300	304	—	—
Production totale	14.298	14.331	18.327	19.783	21.155	21.591	20.204	19.792	20.761	22.977	24.010	26.027	27.627	26.218	26.789	—	—

L'Allemagne et la France, alors, se suivaient de près.

En 1882, la production, en France, atteignait un chiffre qui a été dépassé de bien peu, depuis lors, et auquel celui de 1895 sera même inférieur : 2.033.000 tonnes en 1882, contre 2.005.000 tonnes pour 1895 ; tandis que la Grande-Bretagne atteignait un maximum de 8.582.000 tonnes, qui ne s'est plus répété depuis et ne se reproduira peut-être plus jamais.

Pendant ces treize années, la production des États-Unis d'Amérique s'était accrue dans une proportion considérable : elle était, en 1882, de

s'est faite, en Allemagne, l'introduction du procédé Thomas de déphosphoration [3] qui a marqué.

[1] Duché du Luxembourg compris.

[2] La production de la fonte pendant le premier trimestre 1896 accuse une augmentation pour les trois grands pays producteurs : États-Unis, Angleterre et Allemagne. Si l'augmentation se maintenait dans les mêmes proportions pendant les trois autres trimestres, cela porterait l'ensemble de leur production pour 1896 à 26 millions 1/2 de tonnes.

Les États-Unis sont sur un pied de production, pour l'année courante, de 12 millions de tonnes, au lieu de 9 1/2, production de 1895.

Le Royaume-Uni et l'Allemagne produiraient respectivement 8 millions 1/2 et 6 millions de tonnes.

[3] On sait que les fontes provenant de minerais phosphoreux sont restées longtemps sans grande valeur ; on n'en

dans les annales industrielles de ce pays, comme le point de départ d'un développement continu jusqu'à ce jour de la fabrication de la fonte [1]. Ce développement a été graduel, régulier, et n'a pas présenté, dans ce long intervalle de quinze années, la moindre inflexion dans sa courbe ascendante, comme en offre de si accentuées celle des États-Unis.

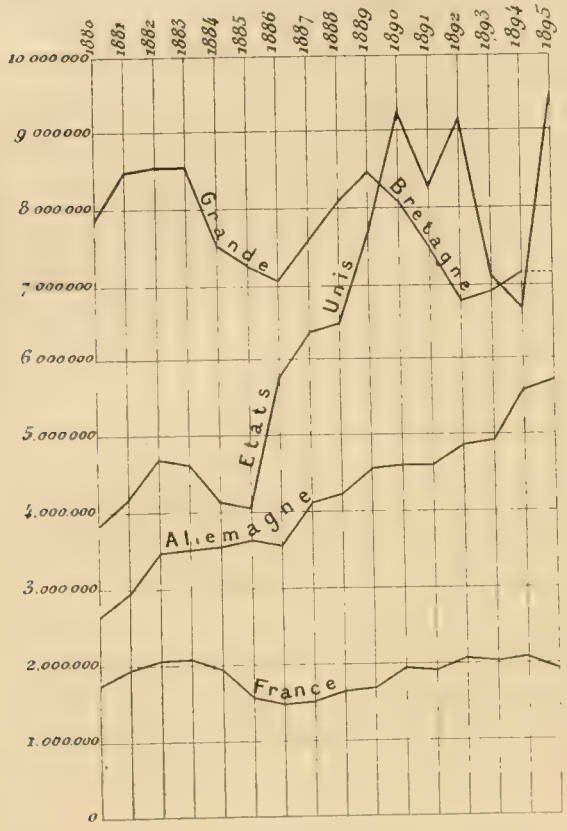


Fig. 18. — *Diagramme de la production de la Fonte de* 1880 *à* 1895 (*inclusivement*) *en Allemagne, Etats-Unis, France et Grande-Bretagne.*

D'abord, de 1879 à 1880, c'est, d'une année à l'autre, une augmentation de production de 500.000 tonnes; ensuite, progressivement et par étapes normales, le tonnage qui était de 2.729.000 tonnes en 1880, arrive à doubler, en 1894, avec le chiffre de 5.559.000 tonnes.

Et l'année 1895 marquera un nouveau progrès avec le chiffre de 5.718.000 tonnes, qu'il est permis de supputer d'après le total de la production des onze premiers mois. C'est une différence en plus, avec la France, de :

$$5.718.000 - 2.005.000 = 3.713.000^{t},$$

au lieu de : 19.000 tonnes en 1869.

Avec l'Angleterre, la différence en moins qui était, en 1869, de 4.133.000 tonnes, n'est plus aujourd'hui que de 1.646.000 tonnes, en supposant que la production n'ait pas varié, diminué peut-être, en Angleterre, pendant l'année 1895 [1].

2. *États-Unis.* — Les États-Unis d'Amérique offrent pour cette industrie, comme pour tant d'autres, l'exemple d'un développement rapide, surprenant par ses soubresauts, n'offrant presque pas de palier dans sa courbe, mais des rebroussements très accentués. Ainsi, de 1878 à 1882, dans l'espace de 4 ans, la production double en passant de 2.330.000 tonnes à 4.697.000 tonnes. Puis elle descend à 4.111.000 tonnes en 1885, pour remonter brusquement et atteindre par bonds successifs le chiffre énorme de 9.353.000 tonnes en 1890. La Grande-Bretagne est distancée de 771.000 tonnes sur la plus grande production qu'elle ait eue, en 1882!

Sans doute, les critiques adressées par M. Schrödter, le distingué secrétaire de l'Association des Maîtres de forges allemands, à cette marche industrielle tout américaine, sont justifiées; mais, quelque accidentée qu'elle soit, et bien que chaque étape ne marque pas nécessairement un pas en avant, elle obéit, dans son ensemble, à une loi d'accroissement périodique.

Si le tonnage de 1894 — 6.763.000 tonnes — a été peu supérieur à celui de 1888, et a marqué un recul trop accentué sur 1892, celui de 1895 va relever la courbe avec un chiffre qui ne s'éloignera pas beaucoup de 9.500.000 tonnes. C'est là un fait considérable et dont l'Angleterre a ressenti et ressentira de plus en plus le contrecoup.

M. Atkinson, économiste américain, prévoit pour l'année 1900 une consommation de 38.000.000 tonnes de fonte dans le monde entier. C'est un chiffre supérieur de plus de 10.000.000 de tonnes à celui de la production actuelle; d'après l'opinion de M. Atkinson, la part que prendraient les États-Unis dans cette augmentation de production ne serait pas inférieure à 7.000.000 de tonnes. Les États-Unis deviendraient exportateurs

pouvait extraire que des fers de mauvaise qualité et des aciers détestables. La grande invention de la *déphosphoration*, à laquelle resteront attachés les noms de Thomas, de Gilchrist et de notre éminent collaborateur, M. A. Pourcel, a provoqué une véritable révolution en sidérurgie : elle a permis d'employer à la fabrication des meilleurs aciers les fontes phosphoreuses, et donné, par là même, un essor inattendu à la fabrication de la fonte en Lorraine, pays dont le minerai est riche en phosphore. L'Allemagne a aussi largement bénéficié de cette invention au détriment de l'Angleterre. (*Note de la Direction.*)

[1] Sur les 11.000.000 de tonnes de minerais qu'elle consomme, l'Allemagne n'en importe de Suède et d'Espagne que 14 %, soient 1 600.000 tonnes, tandis qu'elle en exporte 1.220.000 tonnes en France et 1.077.000 tonnes en Belgique, du Luxembourg. *Stahl und Eisen*, 1er février 1895.

[1] La production des districts du Nord-Est et Cleveland a été de 2.916.439 tonnes, inférieure de 48.109 tonnes à celle de 1894. Elle a été de 7.900.000 tonnes pour le Royaume-Uni.

avec une production qui s'élèverait, en 1900, au chiffre très respectable de 16 à 17 millions de tonnes [1]. Il serait curieux, autant qu'instructif, de connaître les diagnostics sur lesquels sont basés les calculs de l'économiste américain.

Quoi qu'il en soit de ces prédictions, il faut s'attendre d'ici peu à une extension, aux États-Unis, de cette industrie mère de la sidérurgie, qui, si elle n'atteint pas aux chiffres cités par M. Atkinson, ne laissera pas que d'être, toutefois, d'une très grande importance.

Que deviendra alors en Angleterre et en Allemagne [1] le commerce d'exportation de la fonte? Peut-être augmentera-t-il ; car les États-Unis devront avoir abaissé leur prix de revient dans de notables proportions avant de pouvoir lutter avec ces deux pays sur le marché étranger [2].

TABLEAU VII. — Production des Fontes en France pour 1894 et 1895.

DÉPARTEMENTS	DÉSIGNATION DE LA FONTE suivant la nature du combustible	1894 — FONTES D'AFFINAGE	1894 — FONTES DE MOULAGE et moulée en 1re fusion	1894 — PRODUCTION TOTALE	1895 — FONTES D'AFFINAGE	1895 — FONTES DE MOULAGE et moulée en 1re fusion	1895 — PRODUCTION TOTALE
		Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Allier	Au coke	28.507	7.836	36.333	20.485	7.175	27.660
Ardèche	Au coke	8.164	1.707	9.871	13.929	302	14.231
Ariège	Au coke	13.861	336	14.197	9.116	»	9.116
Aveyron	Au coke	11.135	306	11.441	11.181	»	11.181
Bouches-du-Rhône	Au coke	8.702	3.719	12.421	10.314	»	10.314
Cher	Mixte	»	10.725	10.725	»	9 453	9.543
Dordogne	Au bois	400	110	510	100	300	400
Gard	Au coke	50.876	3.520	54.396	29.233	11.597	40.830
Isère	Au coke	24.475	607	25.082	27.251	20	27.271
Landes	Au coke	55.232	4.880	63.171	55.039	4.520	62.209
	Au bois	1.287	1.772		904	1.746	
Loire	Au coke	20.714	733	21.447	19.816	1	19.917
Loire-Inférieure	Au coke	23.454	6.427	29.881	25.689	9.582	35.271
Lot-et-Garonne	Au coke	529	14.815	15.344	331	12.280	12.611
Marne (Haute)	Au coke	32.779	27.639	62.932	31.902	24.306	59.986
	Au bois	782	22		1.356	19	
	Mixte	»	1.710		»	2.403	
Meurthe-et-Moselle	Au coke	913.916	374.340	1.288.256	877.065	401.457	1.278.522
Nord	Au coke	224.116	»	224.116	187.804	»	187.804
Pas-de-Calais	Au coke	76.097	»	76.097	75.710	»	75.710
Pyrénées-Orientales	Au bois	2.227	»	2.227	2.021	»	2.021
Rhône	Au coke	12.591	2.712	15.303	12.365	2.187	14.552
Saône (Haute-)	Au bois	720	17	737	1.707	27	1.734
Saône et-Loire	Au coke	86.807	2.880	89.687	99.109	»	99.109
Tarn	Au coke	2.742	2.798	5.540	3.641	2 256	5.897
RÉCAPITULATION							
FONTE	Au coke	1.594.697	455.245	2.049.942	1.510.080	475.683	1.985.763
	Au bois	5.416	1.921	7.337	6.088	2.092	8.180
	Mixtes	»	12.435	12.435	»	11.946	11.746
TOTAUX		1.600.113	469.601	2.069.714	1.516.168	489.721	2.005.889
AUGMENTATIONS					»	20.120	»
DIMINUTIONS					83.945	»	63.825

3. *France.* — Pour ce qui regarde la France, le développement de cette branche de son industrie

[1] En 1893, les Etats-Unis ont importé 54.394 tonnes de fonte pour une consommation de 7.007.194 tonnes. L'importation des minerais, principalement de Cuba et un peu de Bilbao, a été de 527.000 tonnes. On suppute un chiffre d'importation, pour 1895, qui atteindra un million de tonnes et pour lequel les mines de Bilbao entrent seulement pour le chiffre de 25.800 tonnes.

[1] La Grande-Bretagne a exporté 880.000 tonnes de fonte en 1895, contre 884.000 en 1894. Dans les onze premiers mois de 1895, l'Allemagne n'avait exporté que 120.694 tonnes contre 142.386 tonnes pendant la même période en 1894.

[2] Cependant le journal *The Iron and Coal trades Review*, dans un de ses numéros de février dernier, annonce qu'il vient d'être pris des dispositions pour lancer sur le marché anglais de grandes quantités de fontes de moulage, fabriquées dans l'Alabama, et qui pourront être vendues à Liverpool au-dessous de 40s la tonne, soit à un prix bien inférieur à celui de la fonte d'Ecosse, cotée 47 à 48s.

sidérurgique, comme le montrent les chiffres du tableau VII [1], a été très marqué pendant une période de 19 ans, comprise entre 1861 et 1880; mais, après un maximum à peu près atteint en 1882, il éprouve des oscillations qui, pour être moins accentuées qu'elles ne le sont aux États-Unis, en restent la regrettable caractéristique.

La déphosphoration, qui a tant servi l'Allemagne aux dépens de la Grande-Bretagne, a été la cause en France du déplacement des centres de production de la fonte au profit de l'Est. Mais le développement de la fabrication dans ce district favorisé n'a pas constamment fait équilibre à la diminution hâtive qui s'opérait dans le Centre et dans le Midi.

Dans tous les cas, la fabrication de la fonte dans l'Est représente aujourd'hui plus de 60 °/₀ de la production totale des usines françaises, alors qu'en 1878 son chiffre en atteignait à peine les 29 °/₀ [2].

Dans son intéressant et substantiel travail donné en juin dernier à la Société des Ingénieurs civils de France [3], M. J. Euverte fait un rapprochement curieux des sommes dépensées en 1853 et en 1893 pour la production totale de la fonte en France. Il ressort de ces chiffres que, pour une production de 660.934 tonnes de fonte, on a dépensé, en 1853, 110.200.000 francs; et, qu'en 1893, cette somme n'a presque pas été dépassée : 115 millions 610.000 francs pour une production de 2.077.000 tonnes.

Le prix de revient, en 1893, a été de 55 fr. 50 la tonne, au lieu de 165 francs.

« Il est vrai de remarquer, dit M. Euverte, que, sur 660.934 tonnes de fontes produites en 1853, 334.428 tonnes représentaient de la fonte au bois ou mixte, évaluée aux prix de 246 francs et 172 fr. la tonne. Mais il n'en reste pas moins ce fait important, au point de vue industriel, que la fonte au bois a presque disparu (8.000 tonnes au plus), que le prix de revient a été réduit des deux tiers, et qu'il y a eu, cependant, amélioration dans la qualité des produits finis qu'a fournis cette fonte. »

Dans les Hauts Fourneaux de Meurthe-et-Moselle, le prix de revient, en traitant le minerai sur place avec des cokes tirés de Westphalie ou de Belgique, et livrés à l'usine à un prix qui ne dépasse pas 21 francs la tonne, n'arrive pas, pour certaines usines, à 38 francs pour la tonne de fonte d'affinage, 46 francs pour la tonne de fonte Thomas avec manganèse, et 42 à 46 francs pour la fonte de moulage suivant son numéro.

Il est difficile d'apprécier si la bonne situation économique dans laquelle se trouvent nombre d'usines de la région de l'Est, leur permet d'exporter avec grand bénéfice; dans tous les cas, il faut constater que de 22.150 tonnes en 1893, le chiffre d'exportation de la fonte a été porté, en 1894, à 63.200 tonnes, et, en 1895, à 127.805 tonnes. C'est un progrès considérable [1].

§ 2. — Salaires.

Le salaire d'ouvrier que fournit en France l'industrie de la fonte, pour une fabrication de 2.000.000 de tonnes environ, est aisé à apprécier. Les frais de main-d'œuvre directe dépassent rarement 3 francs par tonne de fonte produite; en admettant 1 franc en plus pour la main-d'œuvre indirecte et la surveillance, on arrive à une somme dépensée par an de 8 millions de francs pour les salaires.

L'ouvrier des Hauts Fourneaux a souvent des moments à passer plus pénibles que n'en a tout autre spécialiste de l'industrie sidérurgique; mais ce que doivent posséder les ouvriers qui ont la charge d'alimenter l'appareil comme ceux qui en surveillent la fusion, c'est surtout l'assiduité au travail, jointe à une grande vigilance. Ils doivent remplir par an 365 postes, moitié de jour, moitié de nuit; double poste, c'est-à-dire 24 heures de présence à l'usine, chaque quinzaine, et 24 heures de repos, chaque quinzaine aussi.

Mais, si la tâche est pénible pour l'ouvrier de la sidérurgie, il doit reconnaître les soins apportés à son bien-être, à sa sécurité et à son avenir matériel, par ses patrons, dont la sollicitude ne le cède en rien à celle des patrons d'autres industries, *au contraire*. En outre des caisses de secours privées dont il est pourvu, l'ouvrier sidérurgique est assuré contre les accidents du travail par une *Caisse syndicale d'assurance mutuelle*, et, depuis 1894, une *Caisse syndicale de retraites* lui assure le pain de sa vieillesse.

Alexandre Pourcel,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien Chef de Service des Hauts Fourneaux
et Aciéries de Terre-Noire.

P.-S. — Dans cet article, on n'a pu que mentionner, sans s'y arrêter, quelques détails pratiques de la fabrication de la fonte. Pour tout ce qui se rapporte à la construction du Haut Fourneau ainsi qu'à celle des appareils à chauffer le vent, aux divers systèmes de prise de gaz, aux distributions du vent, aux appareils mécaniques pour la manutention des matières premières, etc., on consultera avec profit les ouvrages spéciaux de Le Verrier, Ledebur (traduit par Valton), Lowthian Bell et Gruner fils, déjà cités. A. P

[1] Tableau emprunté à M. Schrödter et publié par le Comité des Forges de France.

[2] Année 1878 : 440.468 tonnes sur 1.508.000 tonnes. Année 1894 : 1.264.000 tonnes sur 2.077.000 tonnes.

[3] La métallurgie du fer et de l'acier aux expositions universelles de 1889 à Paris, et 1894 à Lyon.

[1] Bien entendu, les chiffres des admissions temporaires ont été défalqués de ces totaux.

REMARQUES SUR LE ROLE DE LA SCIENCE

DANS L'INDUSTRIE DE LA FONTE

Je voudrais ajouter à l'importante étude de M. Pourcel quelques remarques sur le rôle de la science dans la fabrication de la fonte. Si cette industrie a reçu, dans notre pays, de notables perfectionnements, si, en certaines parties de notre territoire, elle est devenue très prospère, il semble juste d'attribuer une large part du succès à la bonne direction scientifique des usines, — d'une façon plus générale, à l'esprit scientifique qui, dans beaucoup de sociétés métallurgiques, préside à la gestion des affaires. Le fait est tellement rare en France, — en dehors de la métallurgie et de la construction mécanique, — qu'on nous pardonnera d'y insister.

I. — Direction générale des usines.

Considérons les Compagnies de Hauts Fourneaux énumérées par M. Pourcel. Parmi leurs administrateurs se rencontrent un certain nombre d'ingénieurs des Arts et Manufactures et d'ingénieurs des Mines, d'anciens élèves de l'École Polytechnique sortis des carrières officielles et depuis longtemps engagés dans des entreprises privées. A côté de ces esprits formés aux bonnes disciplines de la science, se trouvent aussi des personnes dépourvues, à vrai dire, d'instruction technique, mais, pour la plupart, munies d'une bonne culture moyenne. Dans de tels milieux, la science est forcément en honneur : ceux qui se sont exercés à ses méthodes en font, dans la conduite des affaires, prévaloir l'application. A quelque gymnastique qu'ils aient, d'ailleurs, élargi leur envergure intellectuelle et développé leur faculté d'apprendre, les qualités acquises ne les quittent plus : les intérêts qui leur sont confiés s'en ressentent.

Dans l'ordre technique, au lieu de livrer la direction de leurs usines à des routiniers ignorants, les administrateurs dont nous parlons se préoccupent de recruter un personnel instruit, appellent à eux l'ingénieur et le chimiste, veillent à donner à leurs contre-maîtres quelques clartés de science.

Sans doute, de telles dispositions semblent encore loin d'être générales, et l'on pourrait signaler, à ce sujet, de regrettables lacunes. Quel progrès cependant sur l'esprit ancien, sur l'esprit qui régnait dans la même industrie avant 1870, avant les cruels enseignements de la guerre, avant que l'École Centrale ait eu le temps de porter tous ses fruits, avant que l'École Polytechnique ait répandu, en dehors des carrières auxquelles elle pourvoit, toute une pléiade de jeunes gens entraînés à la science !

En 1891, M. E. Vlasto écrivait à ce propos :

« Il y a près de vingt ans, au lendemain de la guerre, quand nous débutions chez MM. de Wendel, à Hayange, dans leurs merveilleuses usines métallurgiques, la mission du chimiste était loin d'être ce qu'elle est devenue depuis.

« Quand on demandait au laboratoire d'une usine, même importante, de déterminer pour un minerai la teneur en fer, silice, chaux et alumine, — la teneur en cendre, pour du coke, c'était à peu près tout. Les praticiens jugeaient de l'allure d'un Haut Fourneau uniquement par l'*aspect* des laitiers ; la fonte ou le fer étaient classés par un manœuvre, d'après leur cassure, avec une sereine ignorance de leur composition intime.

« Quelques années auparavant, bien des maîtres de forges se demandaient à quoi pouvait bien servir un chimiste dans leur usine [1], et l'on n'entretenait un laboratoire que par vanité, comme un objet de luxe qui prouvait l'abondance des ressources et la culture scientifique des administrateurs.

« L'écho des coups de canon, tirés par l'armée allemande, réveilla nos ingénieurs. On étudia avec curiosité les canons d'acier que Krupp, à Essen, avait, depuis dix ans, silencieusement préparés pour son pays. Nous en avions pris quelques-uns à Coulmiers, et nos camarades artilleurs se souviendront avec quelle curiosité nous examinions ensemble la nature de ce nouvel acier. La guerre finie, l'industrie métallurgique prit en France un élan remarquable. On étudia davantage, on se mit mieux au courant, et plus généralement, des études théoriques que les Anglais (Bell, entre autres, à Middlesborough) avaient commencées, que quelques précurseurs enseignaient timidement dans nos écoles, que d'ailleurs la vulgarisation du Bessemer rendait obligatoires. Enfin on se mit à l'œuvre : l'examen rigoureux, l'analyse d'un métal répondant à des conditions déterminées permit de le reproduire à volonté.

« On fabriqua des aciers doux, malléables, durs ou extra-durs. On fit aussi bien que les Allemands, on fit mieux [2]. »

Aujourd'hui, dans toutes les usines bien tenues, la marche des Hauts Fourneaux est constamment soumise au contrôle de l'ingénieur et du chimiste. Les indications suivantes sur les opérations que ces spécialistes ont à effectuer permettront d'apprécier l'importance de leur œuvre.

II. — Opérations scientifiques dans les usines.

1. *Combustibles.* — Le combustible, quelle qu'en soit la nature, — bois, houille, anthracite, — de-

[1] Avant la date dont parle ici M. Vlasto, on ne se demandait même pas à quoi la Chimie pouvait servir. D'après M. Euverte (loc. cit.), « l'intervention des chimistes dans les usines était un fait à peu près inconnu avant 1860 ». L. O

[2] Préface de la traduction française du *Traité pratique de Chimie métallurgique* de Juptner. Gauthier-Villars et fils, 1891.

mande un traitement particulier. Hydrocarburé, il ne pourrait être introduit dans le Haut Fourneau: les goudrons obstrueraient les interstices entre les matériaux à fondre. Il faut donc carboniser la houille, et c'est le devoir du chimiste de surveiller la marche et les résultats des fours (Coppée, Hoffmann Otto, etc.) employés dans ce but. D'une part, il faut épurer, pour les faire servir à l'éclairage de l'usine, les gaz résultant de cette carbonisation; d'autre part, la valeur du coke produit en même temps doit être appréciée.

On doit fixer la teneur du coke en cendres, doser les diverses matières qu'il renferme. La détermination du soufre offre un intérêt particulier : suivant la combinaison dans laquelle cet élément est engagé, il est combustible ou incombustible : le dosage du soufre *total* est donc insuffisant : il faut doser à part le soufre des sulfures métalliques et des combinaisons organiques, puisque dans le four il donne de l'acide sulfureux nuisible aux réactions. Le phosphore réclame aussi le titrage, le coke pouvant introduire cet élément dans la fonte et modifier ainsi, à l'insu du fabricant, la qualité du produit.

Quant à la richesse en carbone, hydrogène et oxygène des divers combustibles, l'analyse élémentaire ordinaire permet de l'apprécier. Cette analyse sert à calculer la puissance calorifique du composé. Sous ce rapport, deux choses sont à considérer : 1° le *degré* thermique (*force chauffante* des praticiens) que le combustible permet d'atteindre; 2° la *quantité* de chaleur (nombre de calories) dégagée par la combustion d'un kilogramme de matière. Fondé sur la composition du combustible, le calcul des calories exige une analyse très exacte et très complète, partant très minutieuse et très longue. Heureusement, une méthode nouvelle, sortie de toutes pièces du Collège de France, est venue, depuis quelques années, dispenser de cette longue opération. En inventant la *bombe calorimétrique*, M. Berthelot a permis de déterminer, avec rigueur et en fort peu de temps, la quantité de chaleur qu'un poids connu de combustible peut fournir.

Cependant une difficulté s'opposait à la diffusion de son procédé dans l'industrie : son appareil coûtait trop cher. Comprenant tout l'intérêt qu'il y avait à réduire considérablement le prix de l'instrument, la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* entreprit de provoquer des études dans ce but : elle engagea dans cette recherche M. P. Mahler, particulièrement désigné par ses travaux antérieurs, et subventionna les essais de cet ingénieur, essais heureux qui, aboutissant à substituer la tôle émaillée au platine de la bombe, ont complètement résolu le problème. Ainsi donc, grâce à la méthode fondée par M. Berthelot, grâce à l'initiative de la *Société d'Encouragement*, la métallurgie est aujourd'hui dotée d'un procédé rapide, sensible et peu coûteux, en un mot très pratique pour effectuer l'une des opérations les plus importantes de la technique industrielle : la détermination de la puissance calorifique des combustibles.

Malgré sa jeunesse, la bombe Berthelot-Mahler fonctionne actuellement dans un grand nombre d'usines en France et à l'Étranger. Cette intelligente application de la Science à l'Industrie ne nous offre-t-elle pas, par la façon dont elle a été réalisée, le modèle des efforts à tenter pour faire bénéficier l'Industrie des conquêtes de la Science pure?

2. *Minerais, fondants, lits de fusion.* — L'analyse des minerais et des fondants est d'un intérêt évident. Non seulement il faut connaître la richesse en fer[1] des premiers, mais les corps accessoires qu'ils renferment doivent être dosés. Suivant la teneur en phosphore, vanadium, silicium, manganèse, etc., les minerais sont plus ou moins aptes à fournir une qualité de fonte déterminée. Le phosphore et le vanadium sont surtout fréquents dans le sesquioxyde hydraté, — par exemple, dans les minerais oolithiques et pisolithiques de la Moselle; comme ils influent sur la qualité des fontes et les déprécient lorsqu'elles sont destinées à fournir du fer et de l'acier, il est particulièrement utile de les doser.

On sait que les *ferro-manganèses* et les *aciers chromés* jouissent de certaines qualités, notamment de dureté, qui les font rechercher pour certaines applications. Ces alliages ont d'abord été obtenus par l'union du chrome et du manganèse au métal affiné. Or, depuis quelques années, diverses usines ont entrepris de préparer, dès le Haut Fourneau, la production de ces composés. On incorpore, à cet effet, des minerais de chrome ou de manganèse aux lits de fusion; il en résulte des ferro-manganèses riches et des fontes manganésées que l'on n'a plus ensuite qu'à affiner. Mais la fabrication de ces alliages au Haut Fourneau nécessite un soin extrême : elle exige, dans chaque cas, plus que des analyses suivies, on pourrait dire toute une étude qui commence à la préparation des lits de fusion et se termine par l'essai du produit de fonte.

D'autre part, quelle que soit la composition de fonte à réaliser, il y a autre chose que ses constituants à considérer dans les minerais. L'examen chimique des gangues s'impose pour établir la composition des lits de fusion dans le Haut Four-

[1] On dose : le fer, la perte par calcination (représentant l'eau, l'acide carbonique et les matières organiques) et l'eau hygrométrique.

neau, car c'est la richesse de la gangue en silice, alumine, calcaire, qui indique la nature du *fondant* à employer. Les gangues siliceuses réclament un fondant calcaire, et inversement. Or, dans un même bassin, qui plus est, dans un même gisement, la composition du minerai, le degré d'abondance de la gangue sont susceptibles de varier. L'analyse doit, à intervalles rapprochés au cours de l'extraction, surveiller ces variations et modifier en conséquence les doses de fondants. C'est surtout le rapport des acides et des bases qu'on doit s'attacher à maintenir fixe dans les lits de fusion. Des règles assez compliquées sont formulées à cet égard dans les traités techniques. Si, dans l'application de ces règles, entre forcément une part d'empirisme, il n'en est pas moins vrai que l'analyse constitue ici un guide tout à fait indispensable.

3. *Laitiers.* — Mais là ne s'arrête pas l'intervention de la Chimie. La composition du laitier doit varier suivant la qualité de la fonte à fabriquer. Pour un même Haut Fourneau affecté à la production d'une sorte de fonte bien définie, il y a une composition optima du laitier à obtenir, puis à maintenir constante pendant tout le cours de la fabrication. Sinon de fréquentes analyses, tout au moins, de fréquents dosages de l'acidité sont nécessaires.

Ces déterminations exigent des soins dont un chimiste exercé est seul capable. Osons dire, pourtant, que certaines usines, et non des moindres, lésinant sur la rétribution convenable due à un chimiste instruit, négligent quelque peu ce précieux contrôle des opérations. La conséquence est fatale : fabrication irrégulière, production de fontes défectueuses, véritable désastre qui compromet la réputation de l'établissement et détourne de lui la clientèle.

Au contraire, quelques usines sont arrivées à la renommée et ont imposé leurs produits sur le marché, en portant leurs services scientifiques à la perfection : le commerce sait qu'il peut compter sur la constance absolue de leurs livraisons, et cette confiance est un facteur important de leur succès.

4. *Marche du Haut Fourneau.* — Dans ces établissements, chimiste et ingénieur interviennent de concert en vue de régler la marche du Haut Fourneau, y assurer une répartition des températures conforme aux exigences des réactions à effectuer et suivre l'enchaînement de ces réactions de la base à la partie haute du four. Les gaz qui en sortent pour aller aux colonnes Cowper sont analysés. L'air échauffé par ces colonnes est injecté aux tuyères à une température et sous une pression que l'on surveille. Les combustions, dans les différentes parties du Haut Fourneau, sont l'objet d'une régulation méthodique. La façon dont on les conduit doit, en effet, dépendre de la qualité de la fonte à produire. — Tout cet ensemble de mesures, auquel s'ajoute l'analyse des scories, permet d'établir le *bilan* du Haut Fourneau, d'en régler convenablement la marche, en évitant des pertes de fer et de combustible.

5. *Refroidissement des coulées.* — Mais la science n'a pas tout fait quand elle a assuré le bon fonctionnement, la bonne économie de marche du Haut Fourneau. Elle doit se préoccuper aussi des circonstances qui, depuis l'écoulement jusqu'à la solidification et au refroidissement de la fonte, concourent à déterminer sa constitution. La nature du produit dépend, en effet, dans une large mesure, de la chute de température à la sortie du trou de coulée, et de la vitesse du refroidissement. Or, cette vitesse est fonction de la conductibilité des récipients où l'on reçoit le bain.

Il y a donc, pour obtenir une sorte déterminée de fonte, à se préoccuper de la chute de température, des dimensions des récipients, de la nature et de l'épaisseur des parois qui les dilimitent. C'est ainsi que, pour faire de la fonte blanche, il faut passer rapidement d'une température aussi haute que possible (1.600° par exemple) à la température de solidification (environ 1.200°) : dans ce cas, il y a avantage à couler en petits lingots. Pour la fonte grise, au contraire, on coule en quantités plus grandes. Le refroidissement étant, de ce fait, ralenti, une bonne partie du carbone a le temps de se séparer des autres corps au sein même de la masse, et y reste, après solidification, à l'état de paillettes de graphite.

6. *Examen des fontes.* — La fonte obtenue, il faut l'analyser, qu'on la destine au moulage ou à l'affinage.

Les prix de vente des fontes de moulage dépendent de leur constitution, de leur nature et du degré d'abondance des impuretés qu'elles renferment. Suivant leur qualité, les fontes sont, en effet, attaquées par divers agents chimiques dont, en diverses industries, elles ont à subir le contact. On le voit, notamment, dans la fabrication du sulfate de soude : acide sulfurique et sel marin sont mélangés dans de grandes lentilles de fonte de deux mètres de diamètre; or, les diverses fontes sont très inégalement corrodées; ce sont les fontes blanches qui, en général, résistent le mieux. Il est donc très utile, pour établir la valeur marchande, de faire une analyse très soignée.

Pour les fontes destinées à fournir du fer ou de

l'acier, cette nécessité de l'analyse chimique apparaît encore plus impérieuse; car, lorsqu'on pratiquera l'affinage, il faudra savoir exactement ce qu'elles renferment, afin de pouvoir corriger un excès de silicium, expulser le phosphore et le vanadium qui diminueraient la résistance et porteraient atteinte aux qualités industrielles des aciers et des fers. Ici surtout s'impose la précision de l'analyse, puisque des quantités extrêmement minimes de certaines impuretés, un millième par exemple, suffisent pour modifier d'une façon très appréciable les propriétés des métaux et de leurs alliages.

Nous n'avons pas à parler ici de l'examen des propriétés mécaniques, essais de dureté, d'élasticité, de résistance au choc, à la flexion et à la traction, qui complètent l'étude chimique des fontes de moulage. Ces essais sont, en général, très bien conduits dans les usines par des ingénieurs spécialistes et la *Revue* en a plusieurs fois entretenu ses lecteurs [1].

Nous ne nous étendrons pas non plus sur la méthode métalloscopique, dont les beaux travaux de M. Osmond, les toutes récentes et très intéressantes recherches de M. G. Charpy font sentir la haute importance. Cette méthode n'est pas encore en essai dans toutes les usines : il y aurait cependant intérêt évident à l'y introduire, sinon pour les indications qu'elle fournit actuellement, au moins pour les résultats que, selon toute apparence, elle donnera demain.

III. — Formation du personnel scientifique des usines.

Ce rapide coup d'œil sur le rôle de la science dans l'industrie du Haut Fourneau fait sentir toute l'importance des Écoles où la métallurgie recrute ses ingénieurs et ses chimistes.

L'*École Centrale des Arts et Manufactures* lui fournit un certain nombre d'ingénieurs, non spécialistes, il est vrai, mais suffisamment assouplis par la variété de leurs études, pour s'adapter vite aux exigences du travail dans les usines de Hauts Fourneaux.

Mais ce sont surtout l'*École Nationale Supérieure des Mines*, sise à Paris, l'*École des Mines de Saint-Étienne* qui préparent de futurs métallurgistes.

La première accueille chaque année comme élèves : 1° trois ou quatre élèves internes, qui y entrent de droit en sortant de l'École Polytechnique avec les numéros de classement de 1 à 4; 2° six à huit élèves civils choisis au concours. Le stage à l'École durant quatre années, on y compte généralement trente à trente-cinq élèves. Ces jeunes gens, déjà pourvus d'une bonne culture mathématique et initiés au système des sciences physiques, étudient spécialement, à l'École, les sciences qu'ils auront à appliquer comme ingénieurs. La Construction mécanique, la Physique industrielle (Chaleur, Électricité), la Chimie minérale, la Géologie technologique, l'Exploitation minière et l'Industrie métallurgique y sont l'objet d'un enseignement oral très complet. Des voyages de vacances consacrés à des études dans les mines et à des visites aux grands établissements métallurgiques de la France et de l'Étranger, complètent l'instruction scolaire.

A l'École des Mines de Saint-Étienne, qui entretient à peu près une trentaine d'élèves et où la durée des études est de trois ans, l'enseignement est un peu moins élevé quant à la science pure, mais un peu plus rapproché de l'application : au centre d'un grand district minier et métallurgique, les élèves de l'École sont en contact plus fréquent avec l'industrie : leurs maîtres les conduisent souvent en visite dans les mines et dans les usines.

A Paris et à Saint-Étienne, les élèves s'exercent, dans des laboratoires bien aménagés, à l'analyse minérale, qu'ils arrivent à pratiquer d'une façon très correcte; ils étudient tout particulièrement les fontes, les fers et les aciers. Sous ce rapport leur éducation expérimentale semble parfaite. Au contraire, en ce qui concerne la Mécanique proprement dite, une grosse lacune est à signaler : ni l'École de Paris, ni celle de Saint-Étienne ne possèdent des machines, j'entends des machines vivantes, dont on peut commander le régime, observer la marche, les qualités et le rendement. C'est là chose très regrettable : les machines sont soumises, pour ce qui est de leurs mouvements, à des lois mathématiques, mais, faites de matière et non d'abstraction, elles évoluent dans le monde de la matière : pour cette raison, la Mécanique ne peut pas se faire uniquement au tableau noir : elle vit de l'union de la Géométrie et de la Physique : la méthode des sciences mathématiques et celle des sciences physiques lui sont également nécessaires. Il existe à ce sujet, dans une partie du corps enseignant, un préjugé singulier : quand on parle de l'utilité des études expérimentales en Mécanique, certains professeurs s'indignent : « Les grandes Écoles, disent-ils avec raison, n'ont pas mission de créer des praticiens. Elles font des hommes instruits, qui, à l'atelier, deviendront des praticiens; » mais ils ajoutent : « Dès lors, à quoi bon instituer, dans nos Écoles, un enseignement pratique? Ce serait au détriment de la science pure. Gardons-nous d'abaisser le niveau des études. » Étrange confusion entre la *pratique* d'un métier et l'*expérimentation* scientifique! Eh quoi! Abaisse-t-on l'enseignement de la Chimie en ne le limitant pas à des leçons orales? Si, pour apprendre la

[1] Voyez notamment l'article de M. André Le Chatelier sur les propriétés mécaniques des métaux. *Revue*, t. II, p. 509.

science chimique, nous en étions réduits à cette absurde alternative : entendre le plus beau cours du monde, ou travailler dans un laboratoire, l'hésitation ne serait pas permise : il faudrait choisir le laboratoire. Heureusement la question ne saurait se poser ainsi, et tout le monde, quand il s'agit de Chimie, est d'accord sur la nécessité de joindre au livre et à la parole, qui résument le savoir accumulé de tous les chercheurs, la manipulation qui met en contact direct avec les faits. Sans doute, l'expérience personnelle reste forcément très bornée, mais le peu qu'elle enseigne aide à comprendre l'observation d'autrui; seule, elle donne un sens à la multitude des descriptions rapportées dans les cours.

Les Américains ont depuis longtemps compris qu'il devait en être ainsi en Mécanique : pour enseigner, comme pour édifier la science pure, l'expérimentation leur a paru nécessaire. Ils savent, — mieux que les compatriotes de Hirn, — que la théorie de la machine à vapeur n'existerait pas si la Physique expérimentale n'était intervenue dans l'étude de ce puissant engin.

Nos lecteurs connaissent les laboratoires de Mécanique créés aux Etats-Unis [1]. Nous n'avons pas à y revenir ; mais il nous faut signaler ici le grand effort que font actuellement, de l'autre côté de la Manche, nos concurrents d'Angleterre pour instituer, dans leurs grands centres métallurgiques, des laboratoires destinés à l'étude des machines et des réactions qu'utilisent les industries de la fonte, du fer et de l'acier.

A l'Ecole d'Aciérie de Sheffield, notamment, il y a, à la fois, un laboratoire de Mécanique et un laboratoire de Métallurgie, où les futurs ingénieurs des Hauts Fourneaux viennent faire, — malheureusement sans instruction antérieure suffisante, — leur éducation expérimentale. — Tous les grands établissements d'enseignement supérieur en Angleterre et en Écosse comprennent, depuis quelques années, des installations de machines, véritables ateliers où la science se fait et s'enseigne.

De tels laboratoires manquent évidemment à nos grandes écoles. Aussi fournissent-elles à l'industrie de la fonte beaucoup plus de chimistes que d'ingénieurs. Il y aurait cependant, pour les usines, avantage certain à tenir ceux-ci aussi bien que ceux-là d'instituts de haute science.

Si la Mécanique *appliquée* est, comme on le voit, assez maltraitée en France, c'est que, chez nous, on ne la distingue pas assez de la Mécanique *pratique*. De cette dernière l'État s'est occupé et, disons-le, d'une façon heureuse. Nos trois *Écoles d'Arts et Métiers* d'*Angers*, de *Châlons* et d'*Aix* ont été créées pour fournir à l'industrie des contre-maîtres habiles, pourvus des rudiments de science qui peuvent diriger intelligemment la main de l'ouvrier. Elles répondent entièrement à leur destination. Intermédiaires entre l'ingénieur qui conçoit l'application de la science et l'ouvrier qui exécute matériellement cette application, leurs élèves sont, dans l'industrie qui nous occupe, les meilleurs auxiliaires des chefs de service. Quelques-uns sont devenus métallurgistes, mais la plupart sont attachés aux usines en qualité de mécaniciens. Chargés de toute la machinerie du Haut Fourneau et de ses annexes, — colonnes de réchauffement, chaudières, soufflleries, injecteurs, etc., — ils ont apporté à ces appareils une série de perfectionnements de détail, qui ont sensiblement amélioré la fabrication; souvent aussi, grâce à la connaissance profonde des tours de main de leur métier, ils ont levé des difficultés d'exécution qui empêchaient d'appliquer des idées heureuses, s'opposaient au bon fonctionnement des appareils nouveaux et retardaient le progrès. Leur œuvre, pour demeurer anonyme, n'en est pas moins très importante. Enfin, parmi eux se sont trouvés des hommes d'élite pour lesquels l'instruction acquise à l'École a été le point de départ vers une science plus élevée. Plusieurs sont parvenus à des situations considérables et dirigent aujourd'hui de grands établissements métallurgiques.

En résumé, la fabrication de la fonte en France offre cet exemple puissamment intéressant d'une industrie qui, depuis vingt ans, n'a cessé de faire appel à la science et, par là même, a progressé d'une façon continue. Ses affaires sont gérées par des administrateurs éclairés; ses opérations techniques sont conduites avec compétence et bénéficient du travail des savants.

Cependant, en présence du grand mouvement scientifique qui se manifeste d'une façon plus intense encore dans la métallurgie britannique, on ne saurait trop insister sur la nécessité de développer chez nous davantage les hautes études qui sont l'âme du progrès industriel.

Si une bonne partie de la métallurgie française compte d'habiles administrateurs et s'alimente aux travaux des professeurs de nos grandes Écoles, si elle peut citer avec orgueil, parmi les vivants, les noms de Jordan, Le Verrier, Gruner, H. Le Chatelier, Osmond, Pourcel, Marrell, Holtzer, de Wendel, Euverte et de Montgolfier, — n'oublions pas qu'à l'heure actuelle, de l'autre côté du détroit, la même industrie a pour chefs des hommes qui s'appellent Bessemer, Lowthian Bell, Martin, Gilchrist, Hatfield, James Riley et Windsor Richards.

Louis Olivier.

[1] Sur ce sujet, voyez notamment les articles de MM. Dwelshauvers-Dery et de M. de Billy, dans la *Revue* en 1891 et 1893.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Moch (Gaston), *ancien Capitaine d'Artillerie.* — **Vue générale sur l'Artillerie actuelle.** — 1 *vol. in-8 de* 221 *pages* (*Prix* 5 fr.). *Berger Levrault et Cie, éditeurs, 5, rue des Beaux-Arts. Paris*, 1896.

M. le capitaine Moch a condensé dans ce volume nombre d'observations intéressantes et de critiques judicieuses. Il a mis en lumière quantité de points obscurs; posé nettement des questions à résoudre; précisé des définitions; indiqué aux chercheurs sérieux la véritable voie à suivre; désabusé des rêveurs de progrès à outrance. Envisageant, d'ailleurs, fermement l'avenir, il a formulé quelques propositions qui semblent devoir être fécondes en résultats heureux.

Ce livre est à lire attentivement d'un bout à l'autre. Ici, malheureusement, nous ne pouvons — faute de place, — qu'en noter quelques points saillants, tels que d'excellentes considérations sur l'artillerie à grande puissance, l'artillerie de campagne, l'attelage à quatre chevaux des pièces de ce dernier matériel, le frettage à fils d'acier, l'emploi des douilles métalliques, des boucliers d'affût, etc.

L'artillerie à grande puissance est faite pour détruire des obstacles. Le but qu'elle vise est toujours matériel, *un* et, généralement, de faibles dimensions; l'effet qu'on en attend, parfaitement calculable, comporte la production d'une importante force vive au choc. Le tir des bouches à feu employées est direct et de plein fouet; le champ de tir, dégagé et nettement déterminé. Le poids de ces pièces peut être relativement considérable; d'où il suit que les gros calibres ont été longtemps en faveur, non seulement pour le tir de rupture en mer, mais encore au cours des opérations d'attaque et de défense des places.

Les progrès de la métallurgie avaient, ces temps derniers, permis de réduire les calibres, et l'on se croyait en droit d'espérer que le poids des canons monstres pourrait, en conséquence, admettre également une réduction notable. Or on n'a pas éprouvé une mince déception, du fait de l'avènement des poudres lentes dont la mise en service a nécessité une plus grande longueur d'âme des canons. Ces longueurs, de plus en plus prononcées, ont fini par devenir aussi gênantes que l'étaient autrefois les gros calibres encombrants, et il est devenu indispensable de réagir contre la fâcheuse tendance d'un allongement démesuré.

Comment faire?

L'auteur estime que, pour remédier à ces inconvénients d'ordre majeur, il convient de recourir au frettage à fils d'acier et d'adopter des méthodes de chargement permettant d'utiliser, aussi complètement que possible, la force de la poudre.

Quelle est la caractéristique du mode d'action de l'artillerie de campagne? Là, le but à atteindre est animé, multiple, disséminé; ce sont des foules de combattants qu'il s'agit de mettre hors de combat, et l'effet à produire est d'ordre moral autant que matériel. Là, les obus n'agissent plus de par leur masse, mais en vertu de leur fragmentation; ce qu'on recherche, ce sont des pluies de petits projectiles à faible force vive restante. D'autre part, le champ de tir qui s'offre au canon de campagne est absolument quelconque et peut réclamer l'emploi des méthodes de tir les plus diverses. Il importe enfin de considérer que le poids du matériel est un des premiers facteurs du problème à résoudre; les questions de mobilité prennent ici une importance sans égale, qu'il s'agisse de la mise en mouvement des batteries sur le champ de bataille ou de celle des moyens de transport affectés au service de leur ravitaillement en munitions.

Considérant avec juste raison que c'est vers l'allègement du matériel et non vers l'accroissement des forces vives à obtenir que doivent se porter les études des chercheurs, M. le capitaine Moch s'est proposé de déterminer les conditions d'établissement d'un matériel suffisamment puissant et, en même temps, extrêmement mobile. Le canon léger, dont il a conçu le projet conformément à ce programme, est du calibre de 75 millimètres et lance un shrapnel du poids de 5 kilogrammes, animé d'une vitesse initiale de 500 mètres. Frettée à fils d'acier, cette pièce en batterie ne pèse que 550 kilogs.; quant au poids de la voiture — avant-train ou caisson — il ne s'élève qu'à 1.100 ou 1.200.

Il suit de là que chaque voiture de l'artillerie proposée pourrait s'atteler à quatre chevaux. Or l'attelage à quatre et non plus, comme aujourd'hui, à six chevaux, c'est la traction rendue plus facile; c'est la batterie plus courte, plus ramassée dans toutes ses formations; c'est l'artillerie rendue sensiblement plus souple, plus rapide, plus maniable et moins encombrante. Quel progrès dans les conditions d'emploi de l'arme! L'adoption du système d'attelage à quatre comporterait des avantages considérables. Si l'on suppose la batterie nouvelle organisée à la façon de la batterie française actuellement réglementaire, c'est-à-dire à 6 pièces et 9 caissons, il est facile de voir qu'on réaliserait une économie de 15 hommes et de 30 chevaux. La réalisation d'un tel gain permettrait d'atteler, par corps d'armée, quatre batteries de plus. Enfin, en ce qui concerne les munitions, on pourrait s'approvisionner à 200 coups par pièce, soit à 1.200 par batterie. En colonne, la batterie légère occuperait 45 mètres de moins que celle d'aujourd'hui; en bataille, son front mesurerait 15 mètres de moins en profondeur. C'est à M. le capitaine Moch qu'est due l'idée première du canon léger dont l'emploi prévaudra tôt ou tard et, à cet égard, comme à bien d'autres titres, il est en droit de revendiquer la gloire légitime due à un précurseur.

L'amélioration du métal à canons récemment obtenue provient de divers perfectionnements chimiques et mécaniques. Les bouches à feu en acier au chrôme et au nickel sont incomparablement plus solides que celles qui se font en acier ordinaire; d'autre part l'emploi du procédé Mannesmann, par exemple, confère au métal une structure fibreuse et hélicoïdale, d'où résulte pour la pièce une force toute particulière de résistance. Le fait des améliorations ainsi réalisées conduit naturellement le constructeur à faire usage de frettes et de jaquettes plus minces que celles d'autrefois. Or la limite de l'amincissement de ces éléments, quelle est-elle sinon leur remplacement par des fils? De là, l'idée du frettage à fils d'acier dont M. le capitaine Moch préconise hautement l'emploi.

Il est constant qu'un canon ainsi fretté à fils semble défier toute éventualité d'éclatement. Une bouche à feu de ce genre est *transversalement* plus forte que toute autre et, à poids égal, sa résistance *longitudinale* est mieux assurée que celle d'une pièce à frettage ordinaire. En somme, l'adoption du système de frettage à fils d'acier permet d'augmenter de 40 à 50 % la valeur de la pression maxima, et par conséquent — dans la même proportion — le rendement des pièces.

L'accélération du tir est aujourd'hui l'objectif que poursuivent avec le plus d'acharnement les constructeurs de canons de campagne. Est-il à désirer que des canons tirant rapidement soient prochainement mis en

service? L'auteur de la *Vue générale sur l'Artillerie actuelle* ne se prononce pas à cet égard, mais il observe qu'il n'existe pas un véritable canon de campagne à tir rapide qui mérite d'être substitué aux pièces dont on se sert aujourd'hui, et que le seul canon qui, rationnellement, pourrait être dit « à tir rapide » est celui qui échapperait à l'action du recul. En attendant la solution que l'avenir réserve au problème posé, l'auteur a entamé une vigoureuse croisade contre la douille métallique dont on préconise maintenant l'emploi. Chaque jour, en effet, on entend dire que l'adoption de la cartouche *complète* est un progrès qui s'impose, et que toutes les artilleries réaliseront dans un avenir prochain. Mais le fait de la liaison du projectile à la charge implique nombre d'inconvénients dont d'aucuns sont fort graves. Le prix de revient de cette cartouche *complète* est effectivement notable; et son poids, relativement élevé. Notons, d'ailleurs, les difficultés d'extraction des douilles vides et l'encombrement que les douilles extraites occasionnent autour de la pièce. Et puis, la cartouche court de grands risques de dislocation au cours de son transport qui n'est point exempt de danger; sa longueur exagérée en rend le maniement difficile. Ajoutons à cela les chances de ratés et d'éclatements dans l'âme. Et en regard de ces inconvénients d'ordre majeur un seul avantage — très problématique et discutable — celui de l'accélération du tir!

M. le capitaine Moch discute aussi, avec non moins d'à-propos, les avantages qu'on pense tirer du fait de l'annexion à l'affût de campagne d'un bouclier métallique organisé de façon à arrêter les balles et les menus éclats de projectiles creux. Un dispositif de ce genre serait excellent si l'on n'avait devant soi que des fusils tirant exactement en face de la pièce, mais le type proposé ne saurait protéger que les deux premiers servants. D'ailleurs, il faut tenir compte des efforts de l'artillerie adverse qui ne manquera point de faire du tir *à démonter*, d'où il suit que l'adaptation d'un bouclier à l'affût aurait pour effet de rendre meurtriers bien des coups qui, sans sa présence, seraient restés inoffensifs. Enfin, un tel écran servirait de cible à l'ennemi et gênerait beaucoup l'opération du pointage. A ces causes, il convient de ne point en préconiser l'adoption.

L'auteur a élucidé nombre d'autres questions intéressantes et dont le fait des limites restreintes qu'il nous faut admettre en cette analyse nous empêche de rendre compte. Notons seulement en terminant qu'une des parties les plus remarquables de l'ouvrage est son *Introduction*. L'auteur observe en ces pages judicieuses que, à la manière de la plupart des autres sciences, la science de l'Artillerie se divise actuellement en un assez grand nombre de sections dont chacune peut suffire à faire l'objet des études et à absorber le temps d'un homme. « Tel spécialiste, dit-il, qui s'est voué à la balistique intérieure ne possède que des données courantes sur le tir des bouches à feu et les effets des projectiles; tel autre, métallurgiste ou mécanicien éminent, ignore la pyrotechnie ou n'a jamais vu rouler un canon à travers champs, au grand trot par dessus les sillons ou les fossés; ou, s'il connaît la tactique de l'artillerie de campagne, il n'a jamais visité une place forte moderne ou un navire cuirassé. Et pourtant celui qui veut établir un système d'artillerie est bien obligé de tenir compte de toutes ces connaissances et de bien d'autres encore. »

« C'est que, dit ailleurs M. Gaston Moch, la conception d'un système d'artillerie est une des choses les plus complexes qui existent. Chacun de ses éléments, une fois déterminé, réagit sur tous les autres et contribue, à son tour, à les déterminer. On se trouve donc en face d'une multitude de conditions contradictoires entre lesquelles il faut faire une cote mal taillée, en s'appuyant, à tour de rôle, sur les considérations de tactique, de service et de possibilité industrielle qui obligent à subordonner les uns aux autres les divers desiderata que l'on avait en vue. »

L'auteur conclut à la nécessité d'une réaction contre l'éparpillement des efforts résultant d'une spécialisation à outrance; à l'urgence de l'intronisation d'un chef d'orchestre chargé du soin de faire faire de la musique d'ensemble à quantité d'instrumentistes qui, chacun de son côté, jouent avec une indépendance criante, aboutissant en somme à la cacophonie. Aujourd'hui que toutes les études se côtoient, se pénètrent, empiètent les unes sur les autres, sans que l'on en voie clairement les liens naturels, il y aurait, ce nous semble, place pour un enseignement d'idées générales, de nature à coordonner des notions qui se professent, à l'heure qu'il est, sous des formes qu'on peut dire entachées d'anarchie. A notre sens, l'auteur a bien raison de souhaiter l'inauguration d'un tel corps de doctrines, qui rappellerait aux chercheurs les obligations auxquelles personne ne saurait se soustraire, et mettrait en pleine lumière les principes inéluctables posés par la nature des choses. A cette étude des questions générales il donne le nom, fort bien trouvé, de *Philosophie de l'Artillerie*.

Lieutenant-colonel HENNEBERT.

2° Sciences physiques.

Bouty (E.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris*. — **Premier supplément au Cours de Physique de l'Ecole Polytechnique, de MM. Jamin et Bouty : — Chaleur, Acoustique, Optique.** — 1 *vol. in-8°, de* 182 *pages avec* 41 *figures*. (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1896.

Trouver un exposé précis des notions qui servent de point de départ aux questions de la Physique moderne, et qui permettent de les rattacher étroitement aux questions connues, est parfois chose difficile. Dans l'exposé de leurs travaux, les auteurs sont trop enclins à croire familières à tous des connaissances souvent particulières. D'autre part, un savant, amené à étudier personnellement l'état actuel d'une question, songe trop rarement à en présenter un exposé systématique et critique. Il croit l'inédit seul digne d'être publié. Pourtant combien de personnes, désireuses de se maintenir au courant des connaissance nouvelles, ne possèdent, dans les questions récentes, que des résultats épars, et seraient heureuses d'en trouver l'ensemble condensé avec autorité et compétence! Le nouveau fascicule du grand Traité de M. Bouty répond heureusement à ces désirs. L'auteur a limité à juste titre l'objet de son étude à celles des matières qui se sont suffisamment développées ou éclaircies depuis quelques années pour donner lieu à une exposition suivie. Il y a apporté, avec sa vaste érudition, la netteté et l'originalité qui caractérisent son enseignement. Citer un certain nombre des questions traitées suffira pour mettre en relief tout l'intérêt de cet ouvrage.

Ce sont d'abord les méthodes générales qui conviennent le mieux pour l'application des principes de la Thermodynamique aux divers phénomènes, les travaux de M. Amagat sur la variation de température du maximum de densité de l'eau, les études dues, pour la plus grande part, à M. Mathias sur les densités des vapeurs saturées, sur la calorimétrie des gaz liquéfiés, sur la manière dont on doit entendre le théorème des états correspondants, puis les liens entre les phénomènes capillaires et le point critique. Puis M. Bouty expose les théories de la dissociation de Gibbs, de la pression osmotique, les méthodes tonométriques et cryoscopiques fondées par M. Raoult. En Acoustique, il développe la théorie des mouvements vibratoires, discute le principe d'Huyghens, montre avec quelle justesse M. Gouy a mis en garde contre une identification trop complète entre la propagation des ondes planes et celle des ondes sphériques, et a démontré l'altération des vitesses vibratoires dans leur propagation. Puis vient la théorie des résonateurs, des cordes et des membranes, d'après lord Rayleigh. Enfin signalons particulièrement en Optique les phénomènes d'inter-

férences : la localisation des franges, les travaux de M. Michelson pour relier l'étalon métrique aux longueurs d'onde, l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes d'interférences, enfin les travaux de M. O. Wiener et de M. Lippmann sur les ondes stationnaires, la photographie des couleurs et la direction de la vibration dans la lumière polarisée.

Le lecteur retrouve avec satisfaction les questions étudiées pendant ces dernières années dans la *Revue générale des Sciences* et à la Société de Physique, et est heureux de pouvoir grouper et compléter des connaissances acquises souvent sans méthode.

Edgard Haudié.

Oechsner de Coninck. *Professeur adjoint à l'Université de Montpellier.* — **Cours de chimie organique :** *Tome second.* **Série aromatique.** — *Un vol. in-8° de 270 p. (Prix : 6 fr.). G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain. Paris, 1896.*

Il a été déjà rendu compte du tome Ier dans cette *Revue*.

Le tome II, qui est consacré à la série aromatique, ne le cède en rien au tome Ier comme simplicité de méthode et clarté d'exposition.

Après avoir examiné les conditions du passage de la série grasse à la série aromatique, l'auteur aborde l'étude des carbures aromatiques, depuis la benzine jusqu'aux carbures les plus complexes. Il décrit ensuite les phénols, les alphénols, les alcools aromatiques, les oxydes de phénols, les aldéhydes et acétones aromatiques. Quatre leçons sont consacrées aux acides aromatiques. L'auteur traite ensuite des amides et des amines de la série. Il termine par une étude générale des quinones, des composés azoïques, des matières colorantes, des terpènes, des camphres et de leurs dérivés.

Toutes ces leçons sont mises au courant des travaux les plus récents et les plus autorisés sur ces dérivés si particuliers.

A la suite de ce cours de chimie aromatique, l'auteur a placé un appendice où il traite de la nature des alcaloïdes, de leur classification, puis il étudie successivement les bases pyridiques et quinoléiques, et leurs hydrures, dont la plupart constituent des alcaloïdes volatils bien connus.

Dans la dernière leçon, on trouvera un historique complet de la découverte des ptomaïnes, et l'exposé des propriétés de ces alcaloïdes si intéressants. On sait que l'auteur a publié de nombreux travaux sur les ptomaïnes ; aussi traite-t-il son sujet avec compétence.

En résumé, le tome second du Cours de Chimie organique de M. Oechsner de Coninck est un ouvrage très clair, très méthodique, bien au courant des découvertes modernes. Il ne sera pas lu, avec profit, seulement par les étudiants des Facultés des Sciences, mais par tous ceux qui désirent connaître les immenses progrès de la Chimie organique.

Octave Dupont.

De Graffigny (Henri), *Ingénieur civil.* — **Manuel pratique du conducteur de dynamos et moteurs électriques.** — *1 vol. in-18 de 160 pages avec 69 fig. (Prix 1 fr. 50). (Petite encyclopédie électro-mécanique). E. Bernard et Cie, éditeurs. Paris, 1896*

3° Sciences naturelles.

Viala (P.), *Professeur de Viticulture à l'Institut national Agronomique, et* **Ravaz** (L.), *Directeur de la Station Viticole de Cognac.* — **Les Vignes américaines. Adaptation, culture, greffages, pépinières.** — *1 volume in-12 de 390 pages avec 147 fig. (Prix : 6 fr.) Bibliothèque de l'enseignement agricole de M. A. Müntz. Firmin-Didot et Cie, éditeurs, 56, rue Jacob, Paris 1396.*

Si la reconstitution des vignobles français par les plants américains a parfaitement réussi sur de grandes surfaces, on doit reconnaître cependant que, sur certains points, les résultats obtenus ont été médiocres. Ces échecs, plus ou moins étendus, peuvent tenir à des causes diverses : la nature du sol, son pouvoir chlorosant, les conditions climatériques, les façons culturales exécutées à des moments plus ou moins opportuns, sont autant de facteurs qui influent nécessairement sur les résultats et dont il convient de déterminer l'importance.

L'extension vraiment prodigieuse de la culture des vignes américaines depuis la première édition de « l'Adaptation », a permis de multiplier à l'infini les termes de comparaison. Des renseignements de tous genres ont pu être recueillis : les uns, venant confirmer des observations précédentes, d'autres, apportant avec eux une notion nouvelle, ont permis de mettre en lumière quelques points jusque-là inaperçus. Ces observations ont été rigoureusement contrôlées par MM. Viala et Ravaz dans leur nouveau livre : « Les vignes américaines ». Cet ouvrage est divisé en quatre parties : la première est une étude physiologique de la vigne où les auteurs examinent les conditions qui influent sur sa végétation. Les premiers chapitres sont relatifs à l'influence du sol (humidité, fertilité, rôle de la silice et de l'argile); les autres insistent plus particulièrement sur les caractères de la chlorose, ses causes et son traitement.

La deuxième partie est consacrée à l'étude proprement dite des cépages : toutes les espèces de vignes américaines sont décrites et étudiées avec le plus grand soin au point de vue de l'adaptation au sol et de la culture qui leur convient. Les hybrides de vignes américaines et franco-américaines sont l'objet d'une étude spéciale pour tout ce qui concerne leur résistance au phylloxera, leur adaptation, leur productivité.

Dans la troisième partie sont indiqués les soins de culture, choix des cépages, défoncements, plantation, labours, etc., avec des considérations d'un grand intérêt pour tout ce qui touche à la qualité des vins des vignes greffées.

La quatrième est relative aux greffages et aux pépinières. Elle est précédée d'observations d'ordre scientifique sur l'anatomie et la physiologie de la greffe, suivie de la description raisonnée de tous les modes de greffage usités dans la pratique, et complétée par de longs et intéressants détails sur tout ce qui concerne la bonne tenue des pépinières.

On voit, d'après un cadre aussi étendu, quelle source de renseignements précieux doit être la nouvelle édition du livre « les Vignes américaines ». Tous les viticulteurs, désireux de savoir à quel point en sont les questions relatives à la reconstitution des vignobles, trouveront dans cet ouvrage les documents les plus récents, et ceux qui, plus progressistes encore, veulent continuer des expériences ou créer de nouveaux hybrides, pourront y puiser les indications les plus utiles sur la marche à suivre.

Le nom seul des auteurs est une recommandation assez puissante pour nous dispenser de faire plus longuement l'éloge de cet ouvrage, qui vient compléter d'une façon très heureuse la bibliothèque de l'Enseignement agricole, si habilement dirigée par M. A. Müntz.

J. M. Guillon.

Mangin (G.), *Interne des Hôpitaux de Paris.* — **Précis de Technique microscopique et bactériologique,** *précédé d'une préface par M.* **Mathias Duval.** — *Un vol. in-18 de 351 pages. (Prix : cartonné, 3 fr.) O. Doin, éditeur, Paris, 1896.*

Ce *Précis* s'adresse au débutant en histologie, à l'étudiant et au médecin praticien qui, privés des ressources d'un laboratoire, désirent procéder rapidement à l'examen microscopique d'une pièce anatomique ou de produits pathologiques. L'auteur s'est appliqué à décrire avec détails les méthodes générales de la technique et à indiquer comment, à l'aide d'un dispositif élémentaire, on peut remplacer les appareils

quelquefois compliqués et coûteux dont on fait usage dans les laboratoires.

Après avoir donné quelques procédés simples et rapides de fixation, de coloration, d'inclusion, de montage des coupes et de dissociation, M. Mangin indique, pour chaque tissu et chaque organe, des méthodes de préparation qui, si elles ne permettent pas d'en faire une étude approfondie, suffisent cependant pour donner une connaissance exacte de leur constitution.

La troisième partie du *Précis* est consacrée à un résumé consciencieux de la technique bactériologique; elle sera surtout appréciée des médecins, la recherche et la différenciation des microbes s'imposant aujourd'hui pour un grand nombre de maladies. Une table alphabétique très détaillée termine l'ouvrage et permet de trouver immédiatement le renseignement cherché.

F. Henneguy.

4° Sciences médicales.

Lauth (Dr G.), *Ancien interne des Hôpitaux de Paris.* — **Traitement de la Tuberculose par l'altitude.** — *Un vol. in-18° de 292 pages. (Prix : 3 fr.) O. Doin, éditeur. Paris,* 1896.

La question des Sanatoria pour tuberculeux est de plus en plus à l'ordre du jour, et, de tous côtés, surgissent des travaux sur cette question. Dernièrement, nous analysions, dans cette *Revue*, le livre de M. Sabourin, qui avait surtout pour but de familiariser le public avec l'idée du traitement des phtisiques dans des établissements fermés.

L'ouvrage de M. Lauth s'adresse plus particulièrement aux médecins; il suppose le principe du sanatorium admis et rend compte des conditions dans lesquelles il doit être installé et doit fonctionner.

C'est que les mots d'altitude, de cure d'air, ne sont pas compris par tout le monde de la même façon : pour les uns, un sanatorium vaut d'autant mieux qu'il est plus haut placé; pour les autres, l'altitude n'a aucune importance, le tout est que l'air ambiant soit pur et non contaminé.

Comme il est facile de le préjuger, la vérité est entre ces deux extrêmes, et, quand on connaît bien les conditions climatériques et météorologiques des régions montagneuses, on peut *à priori* indiquer les points favorables à la cure.

On peut établir, quant à l'altitude, trois zones bien caractérisées : 1° la plaine et les régions montagneuses inférieures où les brouillards sont fréquents, l'humidité du sol prolongée; 2° la *zone moyenne* comprise entre 1.300 et 1.800 mètres d'altitude, où l'air est pur, au-dessus des brouillards d'en bas, au-dessous des nuages des sommets, la sécheresse presque constante, hiver comme été; 3° enfin, la *zone des régions alpines supérieures*, souvent enveloppée de nuages, et où l'on peut trouver les inconvénients d'une pression atmosphérique trop diminuée.

C'est dans la zone moyenne que le sanatorium trouve les conditions les plus favorables de sécheresse, de constance de température, de pureté d'air, surtout pour l'hiver, où la neige, contrairement à ce qu'on pourrait penser, intervient comme un élément bienfaisant; elle empêche les poussières de se répandre dans l'atmosphère, et elle intercepte les rayons du soleil qui, sans elle, irait réchauffer le sol et provoquer la formation de brouillards.

Le sol, avec cela, doit être perméable et couvert de végétation, le terrain en pente, pour l'écoulement rapide de la neige fondue; enfin, l'emplacement doit être choisi à mi-côte d'une montagne élevée, garantissant les habitations contre le vent du nord principalement, les autres étant plus ou moins difficiles à éviter suivant les régions.

Tous les auteurs sont d'accord aujourd'hui pour proclamer que le traitement des tuberculeux est surtout hygiénique : c'est la minutie essentielle de cette hygiène, plus encore que la question climatérique, peut-être, qui nécessite l'internement des malades et leur séjour prolongé dans les sanatoria.

La vie en plein air, le repos allongé et l'alimentation abondante sont les trois articles fondamentaux de cet évangile spécial.

Cependant, pour qui a pratiqué un peu les tuberculeux, il est évident qu'il serait absurde de vouloir appliquer ces règles dans leur rigueur à tous les malades : la nature du phtisique, le degré de la maladie, sa forme et son évolution, sont autant de données variables avec les cas, qui doivent entraîner des modifications dans les méthodes thérapeutiques : aux uns le repos, aux autres l'exercice modéré; à ceux-ci la suralimentation, à ceux-là le choix et la discrétion dans les aliments, etc... C'est ce qui rend nécessaire la présence d'un clinicien véritable à la tête de ces établissements.

L'effet capital de l'altitude sur les phtisiques est la facilité de la respiration sans recourir à aucun mouvement respiratoire forcé; puis surviennent la diminution de l'expectoration, la rareté des infections secondaires, l'augmentation des échanges organiques, l'apaisement du système nerveux, le retour du sommeil et la disparition de la fièvre.

Les seules contre-indications au traitement d'altitude sont, à un point de vue général, fournies par l'état de cachexie, par la diffusion des lésions et par la marche aiguë de la maladie.

M. Lauth, examinant quelle doit être la conduite des tuberculeux en dehors des sanatoria, proscrit en bloc « les eaux minérales sulfureuses, sulfatées ou arsénicales. Nous ne savons pas, dit-il, à quelles sortes de tuberculeux ces eaux conviennent, et nous savons certainement qu'elles peuvent faire du mal ». La clinique très ancienne et très scientifique, quoi qu'il dise, de ces stations, pourrait renseigner l'auteur sur les formes de tuberculose qu'il convient d'y adresser pour les modifier favorablement sans procéder nécessairement par des poussées congestives.

En matière de thérapeutique, nous serions réduits à bien peu de chose, s'il nous fallait rejeter toutes les données de l'expérience clinique, disons, si l'on veut, de l'empirisme, pour ne conserver que les résultats de laboratoire. Or l'action des eaux minérales, quelles qu'elles soient et envisagées d'une façon générale, est une des plus incontestables, et cependant une des moins réductibles par l'analyse et l'expérimentation de leurs constituants chimiques isolés.

Si l'action directe des eaux sulfureuses et autres sur le bacille de Koch n'est pas démontrée, il est incontestable que nombre de phtisiques doivent leur existence à ces mêmes eaux, pourvu toutefois qu'elles n'aient pas été administrées à tort et à travers, sans considération du terrain sur lequel était implantée la tuberculose, ni de sa forme, ni de son évolution.

Le livre de M. Lauth sera d'une grande utilité aux médecins, en ce qu'il précise beaucoup de points de pratique généralement ignorés de ceux pour lesquels le *sanatorium* devient un terme absolu d'une équation correspondant à un autre terme, qui est *tuberculose*.

Dr R. Durand-Fardel.

5° Sciences diverses.

Beauregard (H.), *Assistant d'Anatomie comparée au Muséum.* — **Nos Bêtes. Animaux utiles et nuisibles.** — *Ouvrage paraissant par livraisons de 8 pages avec une planche en couleurs hors texte. (Prix de chaque livraison : 0 fr. 90), A. Colin, éditeur. 5, rue de Mézières, Paris,* 1896.

Dans les dernières livraisons parues se continue l'étude des animaux nuisibles, particulièrement de ceux qui commettent des dégâts dans nos maisons. L'auteur passe en revue le *rat*, la *souris*, le *cloporte*, la *vrillette opiniâtre*, dont les larves creusent le bois des meubles, le *dermeste* dont les larves s'attaquent aux plumes et aux fourrures, la *blatte*, le *grillon domestique*, etc.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Mai 1896.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Lœwy** et **Puiseux** essaient de reconstituer l'histoire de la Lune sans invoquer l'action de forces autres que celles que nous voyons à l'œuvre sur la Terre. Ils distinguent une première période de solidification, avec dislocations et soudures successives dont les restes sont les sillons rectilignes que nous montrent les photographies actuelles. La constitution d'une écorce continue marque une seconde période : les laves qui s'accumulent en certains points de l'intérieur provoquent la formation des crevasses. L'écorce devenant plus solide, l'action des pressions internes se traduit par des soulèvements suivis d'effondrements; cette troisième période est celle de l'apparition des grands cirques. L'activité volcanique diminue, mais il peut toujours se produire des affaissements généraux qui donnent naissance aux mers (quatrième période). Enfin une nouvelle période d'activité volcanique, intense mais limitée, a produit les taches et les traînées blanches. — M. **H. Faye** rappelle plusieurs observations d'oiseaux et de papillons dans l'œil de tempêtes intertropicales. Il en déduit que les gyrations extérieures d'un cyclone ne sont nullement ascendantes, car autrement les papillons et oiseaux surpris par les premières gyrations redoutables de la tempête seraient entraînés tout d'abord jusqu'aux nues d'où ils ne retomberaient pas dans la région centrale du calme. En outre, ce calme forme une vaste colonne entraînée horizontalement par la tempête et mue verticalement d'une descente finalement modérée. — M. **G. Bigourdan** adresse ses observations de la nouvelle comète Swift (13 avril 1896), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest). — M. **Maurice Hamy** donne le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'un ordre élevé. — M. **J. Hadamard** démontre une nouvelle propriété des mouvements sur une surface, qui peut s'énoncer ainsi : Sur une surface fermée quelconque, parcourue par un mobile sous l'action de forces données quelconques, il existe toujours une région R, assignable *a priori*, où toute trajectoire du mobile doit nécessairement passer.

2° Sciences physiques. — M. **J. Bertrand** démontre l'absurdité d'une proposition fondamentale de la théorie cinétique des gaz, la loi de répartition des vitesses des molécules gazeuses et de leurs composantes suivant une direction arbitrairement choisie. — M. Cotton ayant récemment soutenu une importante thèse expérimentale sur l'absorption de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire, M. **E. Carvallo** montre que les faits découverts découlent des formules qu'il a données en partant du groupe de théories Helmholtz-Boussinesq. — M. **G. Jaumann** répond à une objection de M. H. Poincaré. Dans sa théorie, l'axe des rayons suit les lignes de force électrique statique. Or la surface de verre d'un tube à vide est tellement chargée que les lignes de force sont rectilignes; les rayons sont donc rectilignes. Quand on affaiblit les rayons, ils sont déviés très fortement par des forces électrostatiques. — MM. **G. Gaiffe** et **E. Meylan** décrivent de nouveaux appareils de mesure pour les courants de haute fréquence. L'un est un galvanomètre thermique constitué en principe par un fil fin tendu sur des poulies, dont on amplifie le mouvement de l'extrémité libre. L'autre est un ampèremètre d'induction basé sur la répulsion des courants induits par le courant inducteur. — MM. **L. Benoist** et **D. Hurmuzescu** reconnaissent la justesse des observations de M. Righi sur la valeur de l'électrisation par les rayons X, mais croient que la disposition expérimentale qu'ils emploient est préférable pour l'étude de ces phénomènes. — MM. **V. Chabaud** et **D. Hurmuzescu** ont étudié l'influence du degré du vide et de la forme des tubes sur la production des rayons X. Ils sont arrivés à construire un tube de forme particulière qui est supérieur au focus et présente de grands avantages sur lui. — MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans** présentent de nouvelles radiographies et signalent les services que peut rendre la radiographie à la physiologie des mouvements articulaires. — M. **P. Cazeneuve** indique une nouvelle préparation synthétique de l'urée et des urées composées symétriques. Il fait agir à froid le carbonate de gaïacol sur l'alcool à 93° saturé de gaz ammoniac. La réaction est la suivante :

$$CO(O.C^6H^4.O.CH^3)^2 + 2AzH^3 = CO\begin{cases} AzH^2 \\ AzH^2 \end{cases} + 2C^6H^4.OH.OCH^3$$

— M. **A. Arnaud** a transformé l'acide tartrique et son isomère, l'acide stéaroléique, en acide stéarique par hydrogénation au moyen de l'acide iodhydrique fumant. — M. **E. Bourquelot** a reconnu la présence de l'éther méthylsalycilique dans une nouvelle plante, le *Monotropa hypopythis*. Il a constaté, en outre, que, dans toutes les plantes qui fournissent l'éther méthylsalycilique, ce corps n'existe pas à l'état libre, mais à l'état de glucoside, décomposé pendant l'extraction par un ferment hydrolisant. — M. **Balland** a étudié diverses espèces de maïs. Toutes renferment autant d'azote et de matières phosphatées que la moyenne des blés français et trois à quatre fois plus de matières grasses; à ce titre, c'est un aliment plus complet. — M. **G. Friedel** a constaté que l'eau des zéolithes chassée par calcination peut être remplacée par diverses substances : hydrogène sulfuré, acide carbonique, hydrogène, air atmosphérique, fluorure et tétrachlorure de silicium, solutions colorées.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Laveran** a étudié le sang d'un grand nombre de paludiques; il y a toujours trouvé le microbe du paludisme sous deux formes : 1° des corps amiboïdes libres ou adhérents aux hématies, presque toujours pigmentés; 2° des corps en croissant. M. Laveran donne des preuves en faveur de l'unité du microbe du paludisme. — M. **L. Roule** donne quelques renseignements sur la distribution géographique des Annélides des grands fonds du golfe de Gascogne, recueillis dans les dragages du Caudan, en avril 1895. — M. **E. Roze** a étudié la maladie connue sous le nom de gale de la pomme de terre. Il en attribue la cause première à un imperceptible *Micrococcus* (*M. pellucidus*) qui mortifie l'épiderme du tubercule et sert pour ainsi dire d'entrée aux autres parasites. — M. **L. Gentil** a étudié les éruptions ophitiques de l'Algérie et leur attribue un âge miocène. — M. **V. Guinkoff** présente plusieurs photographies de la rétine, obtenues avec un appareil de son invention. — M. **E. Gérard** a constaté la décomposition, par un ferment, de l'acide urique en urée et carbonate d'ammoniaque. L'urée produite s'hydrate elle-même, sous l'influence d'un autre ferment, pour donner du carbonate d'ammoniaque. — MM. **J. Albarran** et **E. Mosny** ont cherché à combattre l'infection urinaire par la sérothérapie. Le coli-bacille jouant un rôle prépondérant dans cette infection, des animaux ont été vaccinés soit avec des cultures vivantes de ce

bacille, soit avec des filtrats de macérations d'organes d'animaux morts d'infection coli-bacillaire, soit par un procédé mixte. Les auteurs étudient le pouvoir préventif et curateur du sérum des animaux vaccinés. — **M. P. Lafon** expose les relations qui existent entre la composition du sang et sa teneur en hémoglobine et l'état général de l'organisme.

Séance du 11 Mai 1896.

La Section d'Economie rurale présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par suite du décès de M. Reiset : en première ligne, **M. Müntz** ; en seconde ligne, **M. Risler** ; en troisième ligne et par ordre alphabétique : **MM. Laboulbène, Maquenne** et **Th. Schlœsing fils.**

1° Sciences mathématiques. — **M. Perrotin** communique ses observations sur les phénomènes crépusculaires et la lumière cendrée de Vénus. Elles confirment l'hypothèse de M. Schiaparelli d'après laquelle la lumière cendrée est analogue aux illuminations qui accompagnent les aurores polaires sur la terre, illuminations qui se produisent sur un hémisphère entier de Vénus, dans la supposition d'une durée de rotation égale à celle de la révolution sidérale. — **M. L. Autonne** étudie les substitutions régulières non linéaires de l'espace, qui ont la double propriété d'être birationnelles et d'admettre un invariant différentiel dont l'évanouissement identique caractérise les courbes intégrantes ; il donne de nouvelles propriétés de ces substitutions. — **M. E. Borel** donne une démonstration directe d'un théorème de M. Picard sur les fonctions entières, d'après lequel une fonction entière ne devenant égale ni à a ni à b $(a \neq b)$ se réduit nécessairement à une constante. Il démontre, en outre, la proposition suivante : $G(z)$ étant une fonction entière, M. Hadamard a indiqué une limite supérieure $\varphi(r)$ du nombre des racines de module inférieur à r ; parmi les équations $G(z) = P(z)$, dans lesquelles $P(z)$ est un polynôme, il y en a au plus une telle que le nombre de ses racines de module inférieur à r soit, pour r très grand, inférieur à $\log \varphi(r)$. — **M. G. Kœnigs** est parvenu à démontrer rigoureusement l'existence d'une infinité de solutions périodiques du problème du mouvement d'un corps pesant quelconque, suspendu par un de ses points. — **M. R. Liouville** énonce différentes propriétés relatives à la rotation des solides et cite un cas dans lequel le principe de Maxwell est en défaut.

2° Sciences physiques. — **M. Marcel Deprez** étudie le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques. Il arrive à la conclusion que les flux de force magnétique traversent le fer exactement comme les autres métaux et signale quelques conséquences de la nouvelle théorie qu'il vient d'exposer. — **M. Poisson** adresse un projet de multiplicateur des courants électriques. — **M. G. Friedel** adresse une réclamation de priorité concernant le procédé de mesure des biréfringences exposé récemment par M. Dongier. — **M. R. Swyngedauw** arrive à la loi générale suivante : L'abaissement du potentiel explosif d'un excitateur sous l'action des radiations ultra-violettes est une fonction croissante paire de la vitesse de variation du potentiel $\frac{dV}{dt}$ à l'instant où l'étincelle éclate. Au moyen de cette loi, il interprète certaines expériences de M. Jaumann. — **M. G. Le Bon** est arrivé à condenser la lumière noire sur des plaques métalliques et à impressionner la plaque sensible au moyen de cette lumière condensée et au travers de lames métalliques. Il donne ensuite un essai de classification des radiations invisibles récemment découvertes. — **M. A. Besson** a fait réagir le gaz HBr sur des vapeurs de chlorure de thiophosphoryle $PSCl^3$, en les faisant passer sur de la pierre ponce chauffée à 400°-500°. Les produits de la réaction sont $PSCl^2Br$, $PSClBr^2$ et $PSBr^3$; l'auteur donne les propriétés des deux premiers corps. — **M. V. Thomas** a fait agir l'air et le peroxyde d'azote sur quelques composés halogénés du bismuth ; cette action se résume dans le tableau suivant :

	Action de l'air	*Action de* AzO^2
$BiCl^3$	$BiOCl$	$BiCl^3.AzO^2$ puis $BiOCl$
$BiBr^3$	$BiOBr$	$BiOBr$
BiI^3	$BiOI$ puis Bi^2O^3	Bi^2O^3
$BiCl^2$	$BiOCl$	$BiOCl$

M. L. Bouveault, en faisant réagir le chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques en présence de chlorure d'aluminum, a obtenu des éthers gloxyliques substitués par des radicaux aromatiques :

$$C^6H^6 + Cl-CO-CO^2-C^2H^5 = HCl + C^6H^5-CO-CO^2-C^2H^5.$$

Quand il peut se former plusieurs isomères, il ne s'en produit généralement qu'un, le dérivé para. — **M. Marcel Delépine** indique une nouvelle méthode de séparation des méthylamines, basée sur ce fait, découvert par M. Henry, que l'aldéhyde formique donne avec la monométhylamine un composé bouillant à 166° $(CH^2 = Az - CH^3)^3$, avec la diméthylamine des composés

$$CH^2 \begin{cases} OH \\ Az(CH^3)^2 \end{cases} \quad \text{et} \quad CH^2[Az(CH^3)^2]^2,$$

bouillant à 80-85°, enfin aucun composé avec la triméthylamine, qui bout elle-même à 9°. On obtiendra donc trois produits bouillants à 166°, 80-85°, 9° qu'il est facile de séparer par distillation fractionnée. — **M. Schlœsing** donne le résultat des analyses des eaux de la Vanne, de la Dhuis et de l'Avre qu'il a poursuivies pendant une période de 14 mois consécutifs. Pour les eaux de la Vanne et de la Dhuis, il n'y a aucune relation entre les débits et les titres en acide nitrique et en chaux. Les variations de ces deux corps paraissent indépendantes des circonstances communes aux deux eaux (conditions climatériques) ; il faut les attribuer à des accidents de terrains superficiels ou internes, différents dans les deux bassins des sources. Pour l'Avre, les débits et les titres semblent varier en sens contraire. Cette eau semble être un mélange de deux sortes d'eaux : l'une, semblable à celle de Vanne ou de la Dhuis, à hauts titres nitrique et calcique, serait fournie par les infiltrations des pluies dans le bassin des sources ; l'autre, à titres très inférieurs, proviendrait de l'infiltration dans un terrain inculte, avec peu de sels solubles, ou serait une eau de ruissellement.

3° Sciences naturelles. — **M. Maurice Caullery** donne le résultat de ses études sur les Synascidies du genre *Colella* et insiste sur le polymorphisme de leurs bourgeons. — **M. D.-D. Voinov** étudie les néphridies de *Branchiobdella varians* (var. *Astaci*) parasite qui se rencontre sur les écrevisses. Il donne la structure et la relation des différentes parties de cet appareil excréteur, qui sont : 1° l'entonnoir vibratile, 2° la glande rouge (d'Odier), 3° le cordon canaliculaire, 4° le canal excréteur (efférent) ; 5° la vésicule terminale. — On sait que l'injection des propeptones provoque dans l'organisme la formation d'une substance qui rend le sang incoagulable. **M. C. Delezenne** établit d'une façon rigoureuse que le foie est le seul organe formateur de la substance anticoagulante. En outre, il est probable que le principe anticoagulant n'est autre que la peptone modifiée par le foie. — **M. P. Gibier** a pratiqué, sur des chiens et des cobayes, l'injection rectale de doses massives de toxines diphtérique et tétanique ; il ne se produit aucun effet apparent, et des injections répétées ne produisent pas le moindre degré d'immunité contre les toxines injectées. L'injection rectale de doses massives d'antitoxines, ne prévient pas la mort due à des doses minimes de toxines. — **M. Ch. Bœhm** adresse la description et le dessin d'un appareil à miroir destiné à l'examen médical des cavités. — **M. Vénukoff** résume les recherches hydrographiques de M. Spindler sur le lac Peypous.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Mai 1896.

M. le président annonce à l'Académie le décès de M. **Germain Sée** et M. **Landouzy** donne lecture du discours qu'il a prononcé à ses obsèques. — L'Académie désigne M. **Charpentier** pour la représenter au Congrès d'Obstétrique et de Gynécologie qui aura lieu à Genève, en septembre 1896. — M. **G. Lagneau** étudie la répartition des accroissements et diminutions de la population parisienne de 1891 à 1896. Les quartiers du centre ont vu leur population diminuer, tandis que ceux de la périphérie se sont fortement accrus. Les habitants tendent à abandonner les quartiers du centre pour se porter vers ceux de la périphérie où il est plus facile de se loger dans de bonnes conditions d'hygiène et d'aération. Toutefois, la salubrité des quartiers périphériques laisse souvent à désirer, vu l'état misérable de beaucoup d'habitants. — M. **A. Poncet** (de Lyon) conclut, de l'examen d'un grand nombre de cas, que la seule cause nettement démontrée de l'appendicite est l'infection. C'est elle qui, suivant sa gravité, donne à la maladie ses caractères divers. On a souvent constaté des appendices obstrués par différents corps ou clos du côté du cœcum sans qu'il y eût inflammation. — M. **P. Reclus** a comparé l'action analgésique du gaïacol et de la cocaïne en anesthésiant ses opérés mi-partie avec l'un, mi-partie avec l'autre de ces corps; il ressort de ses observations que l'action analgésiante de gaïacol est très inférieure à celle de la cocaïne. Mais on a imputé de nombreux cas de mort à la cocaïne. M. Reclus indique les doses et les titres des solutions qu'il faut injecter ainsi que le procédé opératoire qu'il emploie et qui lui ont permis de pratiquer 3.500 opérations absolument sans accidents. — M. **D. Delorme** lit un mémoire sur un procédé de restauration des pertes de substance étendues de la voûte palatine.

Séance du 26 Mai 1896.

M. **Albert Robin** analyse les travaux des stagiaires de l'Académie aux eaux minérales : M. **Ranglaret** a étudié l'action de la douche-massage aux eaux d'Aix-les-Bains. Ce procédé possède une action puissante, mais doit être interdit aux malades dont le cœur ne possède pas une intégrité absolue. Il augmente la désassimilation, débarrasse l'organisme de produits de désassimilation incomplète qui s'y accumuleraient, exerce une action tonique et reconstituante sur les systèmes nerveux et osseux; enfin, il augmente la toxicité urinaire. Le même auteur a étudié l'action des eaux de Bourbon-l'Archambault sur les maladies traitées dans cette station. — M. **Leblanc** a étudié, par l'analyse des urines, l'influence des eaux de Martigny-les-Bains et d'Heucheloup sur la nutrition. Ces eaux activent les oxydations et diminuent la toxicité urinaire. — M. **E. Nicaise** analyse un mémoire du Dr **P. Delbet** sur un kyste hydatique du foie communiquant avec les voies biliaires, guéri par le capitonnage et la suture sans drainage. L'oblitération de la cavité limitée par la membrane adventive, la suture du foie et la réduction de l'organe sans drainage, suivie de la suture de la paroi abdominale, constituent un progrès sur la marsupialisation, mais ce procédé de réduction n'est pas applicable à tous les cas. — M. le Dr **Weill** lit un mémoire sur un cas de myosite ossifiante progressive. — M. le Dr **A. Guépin** communique un travail sur les douleurs vésicales des prostatiques.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Mai 1896.

M. **F. Lejars** a étudié le lavage du sang infectieux par le sérum artificiel. De ses résultats cliniques, il est arrivé aux conclusions suivantes : 1° L'injection intra-veineuse de sérum artificiel à dose massive est inoffensive chez l'homme; 2° Même dans les cas désespérés, elle retarde toujours la mort et assure des trêves, quelquefois utilisables; 3° Sous la réserve que les reins fonctionnent bien, elle donne, dans les infections, des succès inattendus, et mérite d'être érigée en méthode générale; 4° La voie utilisée importe peu, mais la voie intra-veineuse assure un résultat plus rapide et doit être préférée dans les cas urgents. — MM. **Chassevant** et **Got** ont étudié l'action du benzène sur les microbes; il n'a aucun effet antiseptique; tout au plus retarde-t-il la végétation. — M. **Vidal** montre que l'excrétion d'urée qui se produit après les opérations ne tient pas à l'opération elle-même, mais à la seule chloroformisation. — M. **Babinski** a observé chez les paralytiques avec lésion cérébrale un relâchement des muscles beaucoup plus considérable du côté malade que du côté sain. Ainsi la flexion est plus élevée du côté paralysé. — M. **Bourneville** présente un enfant de trois ans, atteint d'idiotie myxœdémateuse, auquel il a l'intention de pratiquer des injections de suc thyroïdien.

Séance du 16 Mai 1896.

M. **Tuffier** confirme les récentes observations de M. Lejars. L'injection intra-veineuse de sérum artificiel est d'une efficacité incontestable dans les hémorragies et les infections péritonéales, mais l'intégrité du rein est nécessaire. — M. **Dastre** insiste sur le fait que le sérum relève la tension artérielle; il serait peut-être préférable d'avoir un sérum agissant sur le globule blanc. — M. **Malassez** a remarqué que le sérum physiologique à 7 ½ °/₀₀ produit une modification très nette des éléments; la solution à 10 °/₀₀ ne possède pas cette action et conviendrait peut-être mieux. — M. **Gley** pense qu'il y a augmentation de la toxicité des urines après les injections; d'autre part le sérum possède peut-être une action particulière sur les tissus. — M. **Chassevant** a essayé le lavage du sang chez les lapins après intoxication strychnique; mais l'injection du sérum doit avoir lieu immédiatement pour éviter les convulsions et la mort. — MM. **Doyen** et **Dufourt** ont constaté que la bile de vésicule contient plus de cholestérine que la bile de fistule. Ce produit est donc aussi éliminé au niveau de la vésicule par les parois de la vésicule elle-même. — MM. **A. Gilbert** et **H. Claude** ont injecté des cultures tuberculeuses dans l'artère hépatique et ont constaté que ce mode d'infection par la voie du faisceau nourricier détermine une tuberculose spéciale, caractérisée par la localisation dans les espaces portes, surtout sur les canalicules biliaires. Cette tuberculose se généralise suivant le processus observé aux poumons et aux reins. — M. **G. Marinesco** apporte de nouveaux faits qui démontrent que les polynévrites s'accompagnent de réactions à distance sur les centres d'origine des nerfs affectés. — M. **Capitan** présente un nouvel appareil destiné à la percussion auscultée. — M. **Railliet** donne la description des parasites qu'il a rencontrés chez le dromadaire. — M. **Giard** a trouvé chez certains animaux un ferment bleuissant la teinture de gaïac. — M. **Charrin** énumère les moyens de défense des animaux et des végétaux. — M. **Lecaillon** envoie un travail sur la coque excrémentielle des œufs de certains insectes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Communications récentes.

M. **Hurmuzescu** répète les expériences qu'il a exécutées en commun avec M. **Benoist** sur la décharge des corps électrisés par les rayons X. L'électroscope employé est celui que M. Hurmuzescu avait présenté à la Société dans la séance du 23 janvier 1894 (voir la *Revue* du 15 février, p. 94), et dont l'isolant est la *diélectrine;* les feuilles d'or sont enfermées à l'intérieur d'un cylindre de Faraday; sur le passage des rayons, on peut interposer diverses lames métalliques. On

constate que l'écart des feuilles d'or devient absolument nul, et cela quel que soit le signe de la charge initiale; les résultats différents qui ont été obtenus par divers savants semblent provenir de ce qu'ils n'ont pas pris le soin de protéger suffisamment leur électroscope contre les influences extérieures. La durée de la décharge peut être considérée comme mesurant l'inverse de l'intensité des rayons X; on constate que le coefficient d'absorption d'un cristal dépend de l'épaisseur de la lame employée, ce qui indique que la radiation de Röntgen est hétérogène. L'intensité est en raison inverse du carré de la distance de la partie anticathodique du tube à l'électroscope, tant que cette distance reste inférieure à 60 centimètres; au delà, l'absorption de l'air devient sensible et produit une décroissance plus rapide. Passant à l'explication de la décharge des corps électrisés, M. Hurmuzescu examine successivement et rejette deux hypothèses : on ne peut pas l'attribuer à une pulvérisation du métal, puisqu'elle se produit également quand on vernit ou qu'on paraffine les surfaces [1]; elle ne peut pas non plus résulter de l'ionisation du diélectrique, sans quoi le phénomène devrait être indépendant de la nature du métal. M. Hurmuzescu est plutôt porté à croire qu'il s'agit d'un effet d'ordre électrostatique. — D'observations échangées entre MM. **Broca, Duchardonnet, Becquerel** et **Guillaume**, il résulte que la nature du phénomène est certainement beaucoup trop complexe pour qu'on ait le droit de considérer l'intensité comme mesurée d'ordre par la vitesse de décroissance de l'angle des feuilles d'or ni même par la vitesse de variation du potentiel, pas plus que l'action photographique ne peut servir de mesure à l'intensité de la lumière. Il est possible que, pour les faibles intensités utilisées dans les expériences à grande distance, la proportionnalité n'existe plus et que, par suite de ce seul fait, la loi de l'inverse du carré de la distance semble ne plus s'appliquer. — M. **Becquerel** a étudié les propriétés des radiations obscures émises par les sels d'urane. En mettant une petite croûte de sel, enlevée d'un cristallisoir, au-dessous des feuilles d'or d'un électroscope chargé, on voit la divergence des feuilles diminuer; l'action, d'ailleurs très lente, se fait encore sentir à travers des lames d'aluminium et de cuivre. Les radiations se *réfléchissent* : on le montre en plaçant un cristal au foyer d'un miroir d'étain perpendiculairement à l'axe duquel est disposée une plaque photographique; elles se *réfractent* également comme le prouvent une expérience exécutée avec un petit prisme, et l'examen de l'action photographique exercée par un cristal à travers une lamelle de microscope: sur le contour de la lamelle apparaît une ligne blanche indiquant que les rayons, réfléchis totalement par les parois transversales de la lamelle, n'ont pas impressionné la plaque. L'action varie rapidement dans l'air, en sens inverse de la distance; dans le vide, on a pu constater des impressions jusqu'à une distance de 8 centimètres. L'intensité des radiations émises par les sels d'urane varie avec une extrême lenteur; on n'a pas constaté de diminution sensible au bout de huit jours. Au contraire, avec du sulfure de calcium bleu, préparé depuis très longtemps, on n'a pu faire qu'une seule expérience. M. Troost a constaté le même fait pour la blende phosphorescente, avec laquelle M. Becquerel n'a lui-même obtenu aucun résultat. — M. **Guillaume** observe que le principe de Carnot exige seulement que l'*ensemble* de la radiation émise par la phosphorescence ou la fluorescence soit dégradé par rapport aux radiations excitatrices; il n'est pas impossible qu'une partie des rayons émis ait une longueur d'onde plus courte que celle des rayons primitifs, si l'accroissement de longueur d'onde des autres est suffisamment considérable. — M. Pellat expose le procédé inventé par **Georges-Adolphe Richard** pour obtenir des photographies en couleur. La méthode est celle qui consiste à obtenir trois positifs transparents colorés respectivement en bleu, rouge et jaune, et à les projeter simultanément sur un même écran. Pour obtenir ces colorations, l'auteur transforme le sel d'argent en une substance qui peut réagir sur un composé dérivé de la houille, de façon à donner sur place la teinte désirée; on peut aussi, par un mordançage convenable, permettre la fixation d'une couleur d'aniline. L'un des positifs est pris sur une pellicule mince, les deux autres sur des lames de verre dont on met les faces sensibilisées en regard, en les séparant par la pellicule. Les trois images colorées sont ainsi très rapprochées, et on peut obtenir une mise au point parfaite. M. **Molteni** projette plusieurs épreuves. C. Raveau.

[1] Helmholtz considère la pulvérisation des métaux par la lumière comme le résultat des mouvements violents que communiquent aux molécules les vibrations qu'elles *absorbent;* si les rayons X sont des rayons ultra-ultra-violets non absorbés, cette pulvérisation ne doit pas avoir lieu. — C. R.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

E. A. Schafer F. R. S. et **B. Moore : Sur les connections des fibres nerveuses qui déterminent les contractions de la rate avec les racines rachidiennes et les cellules ganglionnaires.** — Les auteurs ont été amenés par une série d'expériences, faites sur quatre chiens, aux conclusions suivantes : 1° Le tissu musculaire de la rate est innervé par des filets nerveux qui proviennent d'un très grand nombre de racines rachidiennes; toutes les racines de la troisième paire post-cervicale à la quatorzième (incluse) fournissent des fibres; 2° Les racines qui en fournissent le plus abondamment sont celles qui sont comprises entre la cinquième paire post-cervicale et la neuvième (incluse), à en juger par l'intensité de la contraction produite; 3° La racine gauche de chaque paire semble fournir à l'innervation de la rate plus de fibres que la racine droite; il n'y a donc pas là de rigoureuse symétrie bilatérale; 4° Les fibres efférentes ont probablement des connections avec les cellules des ganglions qui appartiennent à la chaîne ganglionnaire principale du sympathique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Récentes communications.

MM. **H. B. Dixon** F. R. S., **E. H. Strange** et **E. Graham** ont étudié les conditions dans lesquelles se produit l'explosion du cyanogène. Ce corps donne probablement naissance en se décomposant, d'abord à de l'oxyde de carbone qui se transforme en acide carbonique. Si l'explosion du cyanogène a lieu dans son volume d'oxygène, il y a formation d'oxyde de carbone. Les auteurs ont photographié avec le même appareil la flamme produite par un mélange de cyanogène et de deux volumes d'oxygène bien sec, puis, dans une deuxième expérience, la flamme produite par deux volumes d'oxygène humide et un volume de cyanogène. Les photographies obtenues étaient tout à fait semblables; la vapeur d'eau ne semble donc pas intervenir dans la réaction entre l'oxygène et l'oxyde de carbone formé primitivement. — M. **H. B. Dixon**, F. R. S : Sur le mode de formation de l'acide carbonique dans la combustion des composés du carbone. — MM. **H. B. Dixon** F. R. S. et **J. A. Harker** publient le résultat de leurs travaux sur l'explosion du peroxyde de chlore; ils préparent un mélange de peroxyde de chlore et d'oxygène, l'enflamment au moyen d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène et déterminent la marche de l'explosion au moyen du chronographe électrique. Un échantillon du gaz est recueilli pour l'analyse. Voici les résultats de deux expériences :

	Composition du mélange		*Valeur de l'explosion en mètres par seconde*
I	ClO^2	53,5	109
	O^2	46,5	
II	ClO^2	61,0	112
	O^2	39,0	

Les auteurs croient qu'une véritable onde d'explosion se forme et se propage dans le peroxyde de chlore. — M. **Herbert Jackson** : Note sur l'emploi de certaines substances phosphorescentes pour l'augmentation du rendement des rayons X visibles. — MM. **William A. Boul** et **David S. Jordan** décrivent une série d'expériences dans lesquelles ils ont essayé d'unir le carbone à l'hydrogène soit au moyen de la chaleur, soit au moyen de l'arc voltaïque. Ils donnent un tableau détaillé des gaz obtenus et analysés. Outre la production d'acétylène et de gaz non saturés, ils ont pu obtenir aussi la formation de corps saturés. — — MM. **William A. Boul** et **N. H. Perkin** : Note sur les acides $\alpha\alpha$ diméthylglutarique. — Dans une deuxième communication les mêmes auteurs décrivent les acides diméthylsuccinique symétriques. — MM. **William Henry Bentley**, **W. H. Perkin** jun. et **Jocelyn F. Thorpe** ont étudié l'action de l'α bromoisovalérate d'éthyle sur le composé sodique du méthylmalonate d'éthyle en solution dans l'alcool et le xylène ; le produit de la réaction est de l'isopropylméthyléthanetricarboxylate d'éthyle :

$$COOC^2H^5.CH.C^3H^7.CCH^3.COOC^2H^5.$$

Ils décrivent ensuite l'acide *cis*-méthylisopropylsuccinique :

$$\begin{array}{c} CH^3.CH.COOH \\ | \\ C^3H^7.CH.COOH \end{array}$$

l'acide anilique :

$$COOH.CH.C^3H^7.CH.CH^3.COAzHC^6H^5$$

et enfin l'acide *trans*-méthylisopropylsuccinique :

$$\begin{array}{c} CH^3.CH.COOH \\ | \\ COOH.CH.C^3H^7 \end{array}$$

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Récentes communications.

1° Sciences physiques. — M. **J. D. van der Waals** fait connaître les expériences de M. **G. L. Hoorweg** par rapport aux rayons X. M. Hoorweg a exposé des plaques photographiques enveloppées par des matières opaques comme de l'ébonite, du bois, du carton, de l'aluminium (toutes les matières qui sont transparentes pour les rayons X) aux rayons d'une flamme de gaz, au jour ordinaire, à la lumière du soleil et à celle d'une lampe électrique. Pour se convaincre qu'en réalité les rayons efficaces traversent les matières opaques, il a couvert ces matières de morceaux de métal en feuille de formes différentes et obtenu l'ombre de ces écrans. Il en déduit que les rayons X sont émis tant soit peu par toutes les sources de lumière, mais il reconnaît que, vu le temps considérable d'exposition et l'épaisseur minimale des enveloppes, cette émission ne saurait être que très faible. Il rejette la supposition des ondes longitudinales et croit plutôt que les rayons X sont des ondes ordinaires d'éther d'une faiblesse excessive. — M. **J. D. van der Wals** fait ses réserves par rapport aux expériences communiqués. Il croit que ces expériences démontrent que les plaques minces, intransparentes par rapport à l'œil, ne le sont pas encore par rapport à une plaque photographique sensible et rien de plus. Lui-même, il s'occupe de la question de l'émission des rayons X. D'après son opinion, l'émission des rayons X s'accorde principalement avec celle des rayons ordinaires, et la diffusion de faisceaux de rayons, observée chez les rayons cathodiques qui se propagent dans l'air, ne se montre pas sensiblement chez les rayons X. Il appuie cette opinion par deux expériences nouvelles qu'il décrit. — M. H. Kamerlingh Onnes présente une série de photographies excessivement fines et claires, obtenues à l'aide des rayons X par M. **H. Haga** de Groningue (temps d'exposition $\frac{1}{2}$ minute à 1 minute). Ensuite M. Onnes présente un mémoire de M. **L. H. Siertsema** : Mesures de la dispersion rotatoire magnétique des gaz. Ce travail fait suite à ceux de plusieurs séances antérieures (*Revue* t. IV, p. 519 et t. VI, p. 198). Après une description un peu plus détaillée des appareils et de la méthode d'observation, avec une planche pour les détails, les résultats sont donnés pour l'air, l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, l'oxydule d'azote et l'hydrogène. Les rotations sont exprimées en minutes, pour une différence de potentiel magnétique de 1 centimètre gramme-seconde, avec un facteur constant, déterminé préliminairement seulement. Aussi les résultats pour CO^2 et Az^2O doivent être considérés comme préliminaires. Ensuite on a calculé les formules d'interpolation suivantes où la longueur d'onde λ est exprimée en millièmes de millimètre.

Air (100 KG, 7°,0)..... $n.10^6 = \frac{200,2}{\lambda}\left(1 + \frac{0,238}{\lambda^2}\right)$

Oxygène (100 KG, 7°,0)..... $n.10^6 = \frac{275,7}{\lambda}\left(1 + \frac{0,0708}{\lambda^2}\right)$

Azote (100 KG, 14°,0)..... $n.10^6 = \frac{172,5}{\lambda}\left(1 + \frac{0,310}{\lambda^2}\right)$

Hydrogène (85 KG, 9°,5).... $n.10^6 = \frac{140,3}{\lambda}\left(1 + \frac{0,326}{\lambda^2}\right)$

Acide carbonique (1 atm. 6°,5). $n.10^8 = \frac{284,3}{\lambda}\left(1 + \frac{0,308}{\lambda^2}\right)$

Oxydule d'azote (1 atm. 6°,0). $n.10^8 = \frac{228,6}{\lambda}\left(1 + \frac{0,300}{\lambda^2}\right)$

M. **A. P. N. Franchimont** a vérifié que les règles concernant l'action de l'acide azotique sur les diméthylamides, indiquées par lui en 1887, sont valables pour les pipéridides. Avec M. **van Erp** il a démontré que l'oxalpipéridide, tout en donnant une combinaison peu stable avec cet acide, n'est pas décomposée. Avec M. **Taverne** il a étudié : 1° la trichloracétylpipéridide, corps bien cristallisé, fondant à 45°, qui n'est décomposé par l'acide azotique qu'après un temps très long ; 2° la benzènesulfonpipéridide qui donne presqu'immédiatement la nitropipéridine ; 3° la picrylpipéridide qui fournit une picryldéhydronitropipéridide, corps rouge, bien cristallisé, se fondant à 195°. M. **Franchimont** traite ensuite de l'action des alcalis sur les nitramines, action étudiée d'abord par M. van Erp qui a remarqué la formation d'une grande quantité d'acide azoteux. Avec la nitrohydantoïne, la nitrolactylurée et la nitrométhylhydantoïne, l'action se passe à froid, ainsi qu'avec la nitraminoacétamide, tandis qu'avec la nitroacétonylurée cette réaction n'a pas lieu, aussi moins qu'avec l'éthylène dinitro-urée, le dinitroglycolurile, etc. Il en déduit que, pour la production de l'acide azoteux, il faut un atome d'hydrogène lié au carbone qui se trouve à l'azote. Le groupe CO qui suit provoque l'action à froid. Si l'acide azoteux se produit de la même façon avec les nitramines neutres aliphatiques, celles-ci devraient donner les imines étudiées par M. Henny, et ces imines devraient se décomposer par distillation avec des lessives caustiques en amines primaires et aldéhides : produits qu'on a toujours trouvés dans la décomposition des nitramines par des alcalis. Et en effet la butylmethylèneimine donne dans ces conditions la butylamine et l'aldéhyde formique qui se transforme partiellement en acide formique.

1° Sciences naturelles. — Rapport de MM. Th. W. Engelmann et T. Place sur le mémoire de M. **H. J. Hamburger** intitulé : Sur l'influence de la pression intra-intestinale à la résorption dans les intestins. Ce travail fait suite à celui analysé auparavant (voir *Revue*, t. VII, p. 236).

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

7e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE

SESSION DE PARIS DU 27 JUILLET AU 5 AOUT 1896

Le *Congrès international de Chimie appliquée*, tenu à Bruxelles en août 1894, avait décidé que sa deuxième réunion aurait lieu à Paris en 1896. Chargée de l'organiser, l'*Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie* en a assuré la bonne exécution et le succès; aujourd'hui que son œuvre est à peu près complète, il nous paraît utile d'appeler l'attention des savants, des médecins, des agriculteurs et des industriels, sur le rôle important que va jouer la session de 1896 dans le développement de la Chimie appliquée.

Le Congrès est placé sous le patronage du Gouvernement, des membres de l'Institut et des hautes notabilités scientifiques et industrielles.

Le nombre des adhérents atteint aujourd'hui le chiffre de 1.400, parmi lesquels on compte près de 500 étrangers.

Les travaux seront répartis en plusieurs sections :

1° Une section de *Sucrerie*, où seront discutées les questions relatives à la fabrication du sucre de betterave et du sucre de canne, et à l'analyse des matières sucrées (Président du Comité d'organisation : M. Gallois).

Principales questions mises à l'étude. — Unification des méthodes d'analyse. — Quels doivent être le quotient de pureté réelle et le quotient salin d'un sirop pour que ce sirop puisse être considéré comme *ne pouvant plus donner de sucre en cristaux?* — Dosage de l'eau dans les produits de la sucrerie. — Analyse des mélasses de betteraves et de cannes : dosage des saccharose, raffinose, sucres réducteurs, etc. — Résultats donnés par les chauffages multiples et par les montages à quadruple et quintuple effet. — Lois de la cristallisation dans les masses cuites. — Résultats obtenus par les différentes turbines continues. — Clarification à froid des jus sucrés. — Détermination de la densité des masses cuites 1er, 2e et 3e jets. — Comparaison des différents procédés d'extraction des jus de canne. — Calcul de l'extraction par les moulins. — Appareils pour utiliser les mélasses comme combustible en sucrerie. — Epuration des jus de canne à sucre. Filtration des jus de canne déféqués. — Epuration par l'électrolyse.

2° Une section des *Industries de la Fermentation*, comprenant la *Vinification*, la *Brasserie*, la *Fabrication de l'alcool*, ainsi que l'étude des procédés analytiques et procédés de contrôle (alcoométrie, etc.) (Président du Comité d'organisation : M. Durin).

Principales questions mises à l'étude. — 1° *Distillerie* : Dosage des aldéhydes, éthers et bases dans les alcools et boissons fermentées. — Quelle est la dose d'impuretés que l'on peut tolérer dans les boissons distillées? — Séparation et dosage des alcools supérieurs en présence des essences dans les spiritueux. — Moyens les plus sûrs et les plus pratiques, à la portée d'un contremaître, de contrôler la marche de la fermentation des jus de betteraves. — Des fermentations secondaires et des arrêts de fermentation; de l'acide lactique dans les fermentations. — De la diffusion et de la macération en distillerie agricole. — La rectification continue. — Analyse des moûts non diastasiques par différentes races de levures. — Contrôle chimique et micrographique. — Procédés de dénaturation propres à permettre l'usage de l'alcool pour des emplois autres que la consommation directe.

2° *Brasserie* : Résumé des connaissances acquises sur les houblons. — Influence de la poix. — Analyse des moûts par des levures. — Valeur industrielle relative, au point de vue de la brasserie, des différents succédanés des céréales.

3° *Vinification :* Etude des levures de vin, leur influence sur le bouquet des vins et eaux-de-vie. — Influence des températures. — Vinification dans les pays chauds. — De la pasteurisation des vins.

3° Une section de *Chimie agricole*, qui porte à son programme l'étude agronomique et chimique des terres et des engrais, ainsi que les questions relatives à l'alimentation du bétail. (Président du Comité d'organisation : M. P. P. Dehérain).

Principales questions mises à l'étude. — Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque dans les superphosphates. — Assimilabilité relative des phosphates bruts. — Valeur agricole du phosphate rétrogradé. — Composition des scories de déphosphoration, modifications qu'elle peut présenter. — Influence de la pulvérisation des phosphates arénacés sur leur solubilité. — Influence du travail du sol sur ses propriétés physiques et chimiques. — Détermination analytique des éléments du sol assimilables par les plantes. — Dosage des nitrates et des nitrites dans les terres. — Dosage de la potasse. — Dosage de la chaux et de la magnésie dans les cendres végétales et dans les terres fortement magnésiennes et calcaires. — Rôle de la magnésie, du soufre, du manganèse, du fer, du fluor et des sels de soude dans les engrais. — Rechercher le meilleur mode d'épandage des différents engrais pris isolément. — Analyse des fourrages au point de vue de la valeur alimentaire des matières azotées, des matières grasses et des matières hydrocarbonées. — Vente à l'analyse des provendes nutritives et des aliments concentrés; nécessité d'une législation spéciale. — Méthodes d'essai des semences. De la constitution minérale et organique de la betterave à ses diverses périodes de végétation; influence de la nature du sol et de sa composition chimique. — Résultats obtenus par les différentes méthodes préconisées jusqu'à ce jour pour l'épuration et pour l'utilisation agricole des eaux résiduaires des diverses industries agricoles.

4° Une section dite des *Industries agricoles*, comprenant la *Laiterie*, la *Féculerie*, et la *Meunerie*. (Président du Comité d'organisation : M. Lindet.)

Principales questions mises à l'étude. — 1° *Laiterie.* Analyse du lait dans les Associations laitières. — Dosage rapide de la caséine; dosage volumétrique du beurre; dosage rapide du lactose par les procédés optiques. — Utilisation des laits écrémés et débeurrés et des petits laits de fromagerie. — Influence de l'alimentation sur le rendement et la qualité du lait, ainsi que sur les caractères et la composition du beurre. — Laits condensés, stérilisés et pasteurisés; remplissage des bouteilles pour éviter le barattage; élimination de l'albumine coagulable et bouchage au liège paraffiné. — Méthodes pour reconnaître l'addition de lait écrémé dans le lait, de la margarine dans les beurres et les produits de la laiterie. — Les ferments sélectionnés.

2° *Meunerie et Panification :* Dosage de l'amidon dans les céréales, les pains ou la farine de gluten. — Analyse des farines, dosage du gluten, de l'acidité, etc.; types commerciaux; unification des méthodes d'analyse. — Valeur alimentaire des pains de farine blanche, de farine bise et de boulange entière.

3° *Féculerie.* Contrôle chimique de la fabrication de la fécule. — Dosage de la fécule dans les eaux résiduaires. — Dosage de l'eau dans les fécules. — Procédés pour supprimer les fécules deuxième et troisième.

4° *Matières alimentaires et Conserves :* Composition des peptones de viande. — Température d'incinération des matières alimentaires. — Succédanés du homard dans les conserves. — Caractérisation du beurre de cacao.

5° *Questions générales.* Développement des industries agricoles dans les colonies.

5° Une section, où seront traitées *les questions de graduation* des instruments de laboratoire, et où l'on examinera les méthodes d'*Analyse des matières soumises à l'impôt* (douanes, contributions indirectes), afin de mettre d'accord les résultats obtenus par le commerce et par l'Administration. (Président du Comité d'organisation : M. H. Déon.)

Principales questions mises à l'étude. — Conditions de graduation, de vérification et d'emploi des instruments de chimie. — Elaboration d'une table de concordance entre la densité et les différents degrés Baumé, Brix, Balling, Vivien, etc., et d'une table de correction des densités et degrés aréométriques divers suivant la température. — Recherche des huiles végétales dans les graisses animales. — Unification des méthodes à employer dans les analyses des potasses raffinées et caustiques. — Saccharimètre normal.

6° Une section de *Produits chimiques*, où l'on étudiera les produits de la grande industrie (*acides, chlore*, etc.), les produits organiques (*tanins, corps gras, matières colorantes, produits médicinaux*), et dans le programme de laquelle on voit aussi figurer des questions relatives à la fabrication du *Caoutchouc*, du *Papier*, à la *Céramique* et à la *Verrerie*. (Président du Comité d'organisation : M. Sorel.)

Principales questions mises à l'étude. — Dosage du tanin dans les matières astringentes et les extraits, séparation des acides pyrogallique, gallique et tannique. — Dosage, dans les extraits ou bois de campêche, de l'*hematéine*. — Composition et analyse des cachous. — Analyse des cuirs, dosage des acides minéraux dans le cuir. — Teinture des peaux. — Industrie du caoutchouc, de la gutta-percha et de l'ébonite. — Industrie des corps gras solides et liquides, fabrication des savons, glycérine. — Epuration des eaux destinées à l'industrie. — Epuration et utilisation des eaux résiduaires industrielles. — Industrie de la teinture, impression, matières colorantes. — Dosage de l'acide tartrique dans les tartres bruts et résidus de distillerie. — Préparation du chlore dans l'industrie des produits chimiques. — Industrie des phosphates. — Industrie des acides minéraux (acide sulfurique de haute concentration, acide nitrique pur obtenu industriellement, utilisation du bisulfate de soude et autres résidus de fabrication). — Industrie des produits ammoniacaux. — Papeterie. — Verrerie. Céramique. — Laque marine insoluble et neutre, pour préserver la carène des navires.

7° Une section de *Photographie*. (Président du Comité d'organisation : M. Davanne.)

Principales questions mises à l'étude. — Préparation d'une couche sensible sans grain. Surfaces sensibles pour positifs : préparation, altération, etc. — Développement des épreuves positives et négatives. — Recherche d'un développateur gazeux. — Etude de la sensibilité des substances colloïdes bichromatées. — Action des différents rayons du spectre; plaques isochromatiques; influence des écrans. — Spectre infra-rouge et rayons de Rœntgen. — Mesure de la sensibilité des préparations photographiques. — Recherche d'un papier photographique rapide à noircissement direct. — Photographie des couleurs sur verre et sur papier. — Application de la photographie à la teinture. — Méthodes microphotographiques.

Vœu à formuler par le Congrès. — Que les administrations douanières prennent les précautions requises telles que l'ouverture des colis à domicile.

8° Une section de *Métallurgie (Mines et Explosifs)*. Président du Comité d'organisation : M. Carnot.

Principales questions mises à l'étude. — Dosage du phosphore, du soufre, de l'aluminium et du nickel dans les produits des usines à fer. — Séparation et dosage du carbone (sous les deux états), du silicium, du soufre, du phosphore, de l'aluminium, du chrôme, du fer et du vanadium. — Dosage du soufre dans les produits de la sidérurgie. — Essais et analyse des combustibles. — Analyse des explosifs. — Dosage pratique de l'azote dans les hydrocarbures fortement nitrés. Analyse de l'air des mines. — Recherche de l'oxygène dans les métaux et notamment dans le cuivre, le fer et le nickel. — Influence de la pureté des réactifs dans les résultats des analyses pratiquées dans les usines métallurgiques. — Examen microscopique et photomicrographie des métaux et alliages. — Services que la thermochimie peut rendre aux chimistes industriels. — Application de la chimie à l'étude des fours et foyers métallurgiques. Désincrustation des chaudières à vapeur.

9° Une section de *Chimie appliquée à l'Hygiène, à la Médecine, à la Pharmacie et aux Matières alimentaires.* (Président du Comité d'organisation : le Dr Burcker.) Dans la sous-section de Médecine, on consacrera plusieurs séances à la chimie des *liquides physiologiques*, à la *chimie urinaire*, et aux questions de *chimie médico-légale ;* dans la sous-section de Pharmacie, on recherchera les procédés qui permettent de contrôler la *pureté des médicaments ;* enfin dans la sous-section des matières alimentaires, on passera en revue les différentes *falsifications et altérations des aliments et des boissons.*

Principales questions mises à l'étude. — 1° *Chimie médicale* : Dosage du résidu sec et des cendres dans les liquides normaux et pathologiques de l'organisme animal. — Recherche et dosage des diverses matières albuminoïdes. — Dosage de l'azote total, de l'urée, de l'acide urique et de l'acidité dans les urines. — L'*extractif* dans les urines. — Relations entre les propriétés thérapeutiques et les séries chimiques. — Détermination du coefficient des oxydations azotées. — Nouveaux produits chimiques employés en médecine.

2° *Chimie médico-légale* : Application du spectroscope et du microspectroscope aux recherches médico-légales, spécialement à la différenciation des alcaloïdes cadavériques et des alcaloïdes végétaux. — Recherche et dosage, dans les eaux potables ou autres, des diverses *toxines*. — Même problème en ce qui concerne l'air des régions où règne l'impaludisme.

3° *Chimie pharmaceutique* : Caractères physiques et chimiques des nouveaux médicaments introduits en thérapeutique. — De l'essai des teintures alcooliques officinales. — Sur les caractères de pureté de la digitaline. — De l'essai des quinquinas.

4° *Chimie appliquée à l'hygiène et aux matières alimentaires* : Recherche du glucose ajouté dans les bières. Recherche des succédanés du houblon. — Dosage des matières réductrices dans les vinaigres. Extraits factices. — Recherches des vins piqués et saturés dans les coupages. Recherche du bouquet artificiel dans les vins. Recherche de l'acide tartrique ajouté. Dosage de l'acidité volatile. Dosage de la dextrine dans les vins. Examen microscopique. — Dose d'impureté que l'on peut tolérer dans les boissons fermentées? — Dosage de l'extrait sec et de cendres dans les boissons (vins, cidres, bières, etc.). — Recherche des différents succédanés dans les thés et cafés moulus. — Recherche des huiles végétales dans les graisses animales.

10° Une section d'*Électrochimie*, qui présentera certainement un très sérieux intérêt ; car c'est la première fois que cette science nouvelle, appelée à un si grand avenir, fait l'objet des études d'un congrès. D'ailleurs M. Moissan, qui a présidé à l'organisation de cette section, a su attirer les communications les plus intéressantes.

Principales questions mises à l'étude. — Etude des lois électrolytiques, détermination des constantes : résistance des électrolytes dissous et fondus. Coefficients de variation en fonction de la température. Force électromotrice de polarisation. Densité de courant aux électrodes, etc. — Application de l'électrolyse à l'analyse chimique : *a.* les Diélectriques : traitement et préparation des substances isolantes ; *b.* les Alliages : propriétés électriques, résistance, coefficients de température, etc. — Application de l'électrolyse aux industries de la soude : Chlorate de potasse, Soude, Chlore, etc. — Application de l'électrolyse au traitement des matières organiques : Rectification des alcools. Purification des jus sucrés. Stérilisation et purification des eaux par l'électricité. Synthèses organiques, etc. — Electrolyse des métaux par voie humide. — Electrolyse des métaux par fusion ignée : Electro-métallurgie du sodium, du magnésium, du silicium, etc. — Four électrique et applications : Carborundum. Carbure de calcium, Borure de silicium, Titane, etc. — Procédés électro-thermiques : Soudure. Chauffage.

11° Une section *mixte*. Le *Comité d'organisation* institue cette section pour étudier les questions relatives aux *eaux résiduaires des usines.*

Les questions si nombreuses que soulève ce vaste programme ne demanderont pas moins de soixante séances, et nous ne croyons pas que beaucoup de congrès aient réuni jusqu'ici une pareille somme de travail. Ces séances ont été, par le *Comité supérieur d'organisation*, réparties en dix journées, de façon à permettre aux membres du Congrès d'assister à la discussion de questions communes, traitées dans plusieurs sections.

Le *Comité d'organisation* a choisi, parmi les excursions si nombreuses à faire à Paris, celles qui présentent un intérêt scientifique d'ordre assez général pour satisfaire la curiosité de tous les membres. Ceux-ci visiteront : les manufactures de l'État, les Gobelins, les Tabacs, la Manufacture de Sèvres, les grands établissements scientifiques, l'Institut Pasteur avec son annexe de Garches, l'École nationale de Grignon, les irrigations de Gennevilliers, l'usine de métallurgie du nickel de M. Christofle, etc.

Le Congrès s'ouvrira le 27 *juillet*, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne sous la présidence de M. *Berthelot*, et sera clôturé le 5 *août* par une séance solennelle, présidée par M. *Henri Boucher*, ministre du Commerce et de l'Industrie. Les séances de sections auront lieu à l'hôtel de la *Société d'Encouragement*, et à l'hôtel des *Sociétés savantes* [1].

Les membres qui désirent, après le Congrès, visiter l'intéressante exposition de Rouen, seront reçus le 6 et le 7 août par la Municipalité et par le *Comité d'organisation de l'Exposition.*

[1] Le prix de la cotisation est de (10 francs).

RADIOGRAPHIE DU CORPS ENTIER D'UN NOUVEAU-NÉ

Le dernier progrès réalisé dans la technique de la radiographie par la construction des tubes dits *focus* (S. Thompson) a permis d'obtenir des épreuves de corps que l'on ne pouvait guère songer à radiographier auparavant. L'avantage des tubes *focus* est de constituer une puissante source d'émission des rayons X, sans qu'il soit d'ailleurs nécessaire de compliquer le dispositif opératoire par l'addition d'un aimant. Ces tubes présentent toutefois l'inconvénient, lorsqu'ils sont situés trop près de la plaque sensible et que le corps à radiographier est à une certaine distance de cette plaque, de donner des ombres peu nettes dont les bords présentent un double contour, comme si les rayons X émanaient de deux sources d'ailleurs mal délimitées.

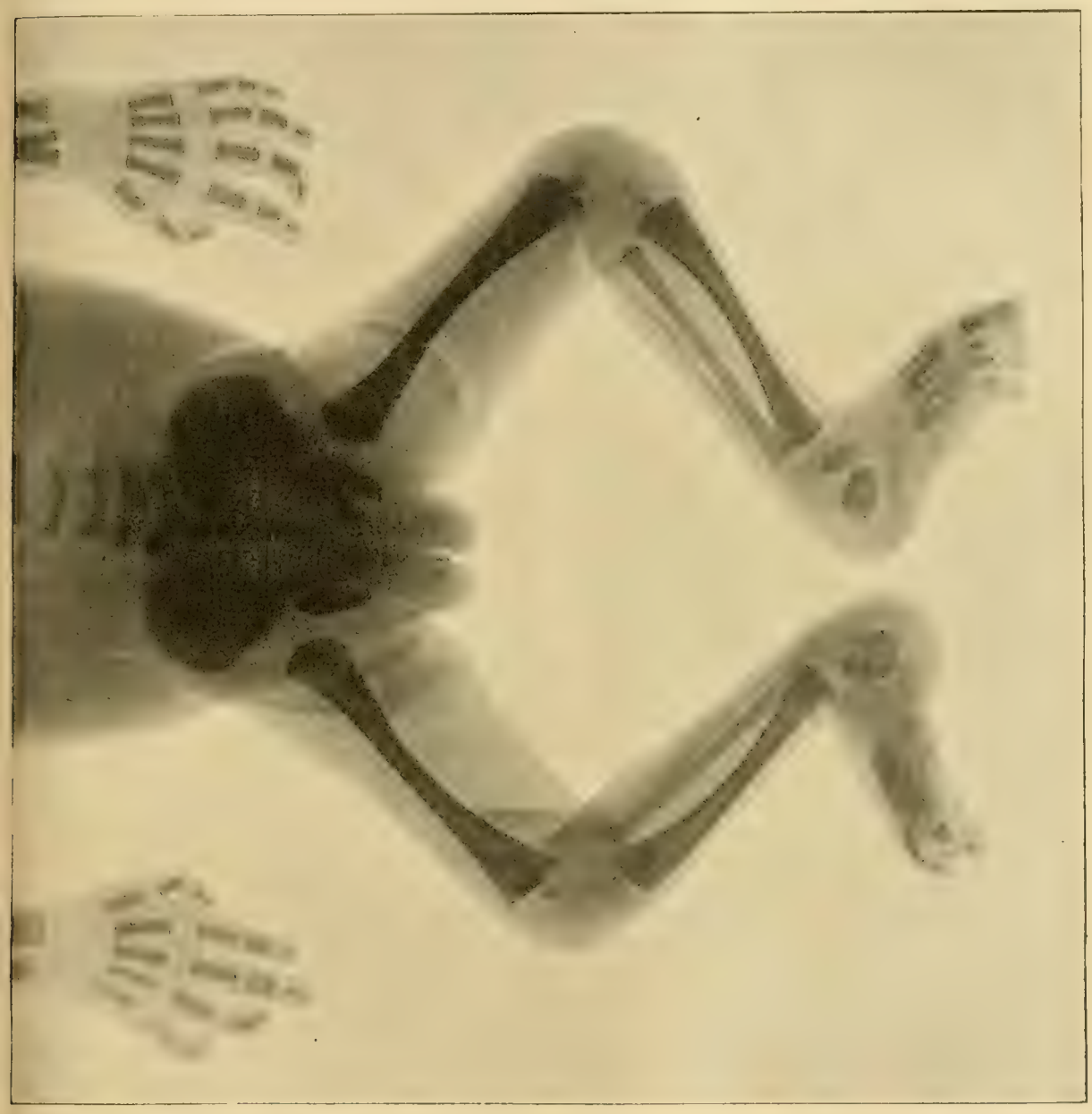
Fig. 1. — *Nouveau-né photographié au moyen des rayons*
Le tissu osseux a complètement intercepté les rayons; au contraire le tissu cartilagineux (carpe, majeure partie du tarse, parties encore cartilagineuses, et même de suivre, au moyen de photographies successives, le progrès de l'ossification. les alvéoles dentaires. Enfin, la peau et les muscles présentant des différences de transparence à l'égard des rayons X,

En déviant le faisceau cathodique par un aimant de manière à lui faire rencontrer, non plus la lame de platine qui termine l'anode, mais la paroi en

verre du tube, la tache fluorescente obtenue ainsi a la forme d'un anneau lumineux dont le centre est obscur, ce qui indique tout au moins qu'il n'existe que fort peu de rayons cathodiques dans la partie centrale du faisceau émis par la cathode.

présentent ces ombres lorsqu'on change soit la direction de l'aiguille par rapport à la lame de platine, soit l'orientation de cette lame, etc.

Nous avons, d'autre part, observé cette même forme annulaire de la région d'émission des



X, par MM. A. Imbert, H. Bertin-Sans et Gagnière.
etc.), les a laissés passer : la méthode permet donc de diagnostiquer sur l'enfant vivant les régions déjà ossifiées et les
La présente épreuve montre çà et là, à la rotule, au tarse, etc., quelques points où l'ossification a commencé. Elle montre
la photographie a traduit ces valeurs et décelé la disposition des faisceaux musculaires (cou, membres).

En attribuant à la surface d'émission sur la lame de platine cette forme annulaire, on se rend facilement compte de l'existence des ombres doubles que l'on obtient en radiographiant un corps opaque de faibles dimensions, une aiguille par exemple, située à quelques centimètres de la plaque sensible, ainsi que des variations de distance que

rayons X et, par suite, la répartition que nous en avons déduite plus haut pour les rayons cathodiques, dans tous les tubes dont nous nous sommes servis depuis la découverte de Rœntgen.

La forme divergente du faisceau cathodique émis par les cathodes planes et l'absence constante de rayons dans la partie moyenne du fais-

ceau, même lorsque la cathode est concave, peuvent d'ailleurs être rapportées, soit, comme l'avait avancé M. W. Crookes, à la répulsion de deux rayons cathodiques voisins, soit, comme il paraît résulter des expériences de Wiedemann et Ebert, à la réaction que toute cathode exerce sur les rayons qui en émanent.

Si l'on admet, au moins provisoirement, cette explication, il est facile de déterminer une forme de cathode telle que les rayons X soient émis non plus par une région annulaire, mais par tous les points d'une région circulaire de plus petit diamètre, ce qui supprimerait l'inconvénient présenté par les tubes *focus*. Nous nous proposons d'étudier des tubes construits d'après ces données.

On peut, d'ailleurs, augmenter la netteté des épreuves obtenues avec un tube focus en utilisant un fait constaté par M. Gouy et que nous avions nous-mêmes signalé dans notre Note à l'Académie du 9 mars dernier. L'émission des rayons X se fait avec une intensité sensiblement égale suivant toutes les directions normales ou obliques à la surface qui émet. Par suite, en disposant la lame de platine obliquement par rapport à la plaque sensible, on diminue le diamètre apparent de la surface d'émission et l'on augmente ainsi la netteté des autres dont le cliché se compose. Toutefois cette remarque perd de son importance lorsque l'on veut impressionner une grande plaque.

Heureusement les tubes *focus* employés normalement permettent de réaliser une très grande netteté en raison de ce fait que, grâce à leur rendement considérable en rayons X, on peut les placer à une distance assez grande de la plaque sensible. On peut juger de cette netteté par la figure 1 (p. 557), réduction de la radiographie du corps entier d'un enfant mort-né. Cette radiographie a été obtenue en une seule fois, avec une pose de 25 minutes et un tube *focus* qui nous a été fourni par l'habile constructeur bien connu, M. Chabaud. Le tube, actionné par une puissante bobine, mise elle-même en activité par un courant d'environ 10 ampères, interrompu par un interrupteur Foucault, était placé à 72 centimètres de deux plaques 24×30 juxtaposées et sur lesquelles le petit cadavre était couché. Cette distance de 72 centimètres avait d'ailleurs été calculée de telle sorte que les doubles contours des ombres des parties du squelette les plus éloignées de la plaque sensible (parties antérieures des côtes) ne fussent pas distantes de plus de $0^{mm}5$. Les données du calcul nous avaient été fournies par des épreuves préalables sur lesquelles nous avions mesuré l'écartement des deux ombres d'une aiguille disposée parallèlement à la plaque sensible, à une distance connue de celle-ci, ce qui nous avait permis de déterminer le diamètre de la couronne d'émission des rayons X sur la lame de platine.

Sur l'épreuve représentée par la figure 1 toutes les parties du squelette sont nettement reproduites. On y distingue, en particulier, les dents dans leurs alvéoles, le cercle tympanique, toutes les vertèbres, y compris les diverses pièces du sacrum, les trois os du bassin, les côtes, les clavicules, les omoplates, etc. Il est donc possible d'obtenir, par une seule épreuve, des renseignements complets et précis sur le squelette entier d'un enfant, et ces renseignements comprennent la présence de minimes points d'ossification (fémur, tibia, points latéraux des diverses vertèbres sacrées, etc.), dont quelques-uns, ceux des phalanges des orteils et des cuboïdes par exemple, n'ont pas un diamètre supérieur à $0^{mm}5$ et ne pourraient être décelés que bien difficilement par une dissection même minutieuse. De là l'importance de la radiographie en médecine légale pour déterminer l'état exact du squelette d'un fœtus et par suite son âge, lorsqu'on aura, par une série d'épreuves, constaté, semaine par semaine, le développement du système osseux. La radiographie constituera encore, semble-t-il, un procédé précieux d'investigation pour l'étude de tous les cas tératologiques; en fournissant, en outre, le moyen de reconnaître, dès leur apparition, des malformations osseuses dont on pourra suivre pas à pas le développement sur le vivant, la radiographie permettra peut-être de déterminer la cause prochaine de ces anomalies et d'établir sur des bases sûres une thérapeutique chirurgicale ou orthopédique rationnelle [1].

A. Imbert,
Professeur de Physique biologique

H. Bertin-Sans,
Chef des travaux de Physique biologique

à la Faculté de Médecine de Montpellier.

[1] Sur la *Photographie de l'Invisible et les rayons X*, la *Revue* a publié la série des articles suivants :

1. *La Photographie de l'Invisible;* introduction aux expériences de Rœntgen, dans la *Revue* du 30 janvier, page 49.
2. *Les rayons cathodiques et les rayons Rœntgen*, par M. H. Poincaré, de l'Académie des Sciences, *ibidem*, page 52.
3. *Expériences sur un nouveau genre de rayons*, par M. W. Rœntgen, *ibidem*, page 59.
4. *Remarques au sujet des vues théoriques de M. Rœntgen*, par M. A. Schuster, de la Soc. Royale de Londres, *ibid.*, p. 64.
5. *Les vibrations longitudinales de l'éther à propos des rayons de Rœntgen*, par M. J. Bottomley, de la Société royale de Londres, *ibidem*, page 65.
6. *Etude expérimentale des rayons de Rœntgen*, par M. J. Perrin, *ibidem*, page 67.
7. *Expérience sur les rayons de Rœntgen*, par M. L. Dufour, dans la *Revue* du 29 février, page 191.
8. *Les faits nouvellement acquis sur les rayons de Rœntgen*, par M. C. Raveau, dans la *Revue* du 15 mars 1896, page 249.
9. *Les hypothèses actuelles sur la nature des rayons Rœntgen*, par M. O. Lodge, de la Soc. royale de Londres, *ibid.*, p. 253.
10. *Expériences à tenter sur les rayons Rœntgen*, par Lord Kelvin, de la Soc. royale de Londres, *ibid.*, page 258.
11. *La technique et les récentes applications de la photographie de l'Invisible*, par MM. C. Raveau et G. Meslin, dans la *Revue* du 30 avril, page 391.

LE CLIMAT TROPICAL ET L'ACCLIMATEMENT

Il n'y a guère actuellement, dans l'étiologie générale des maladies, une notion plus confuse que celle du climat [1]. Cela tient à ce que l'on n'a pu se mettre d'accord sur la valeur de ce nom, d'ailleurs détourné de son sens étymologique. A l'origine, disent Littré et Robin [2], le mot climat [3] signifiait proprement l'espace compris, sur la mappemonde et les cartes géographiques, entre deux cercles parallèles à l'équateur terrestre. Par extension, on a appliqué ce terme aux étendues de pays dans lesquelles la température et les autres conditions de l'atmosphère sont partout à peu près identiques. Ainsi l'ont compris Fonssagrives [4], Lombard de Genève [5], J. Arnould [6]. D'après cette définition, toute géographique, les terres si meurtrières de l'Angola, du Benguela, du Mozambique, de Madagascar par exemple, devraient être placées à côté du Continent australien et de la plupart des îles du Pacifique, régions jusqu'ici éminemment salubres.

Pour d'autres auteurs, les seules conditions météorologiques ne suffisent pas à caractériser le climat. Suivant M. J. Rochard [7] notamment, « le « globe et l'air qui l'entoure réagissent perpé- « tuellement l'un sur l'autre, et les êtres organisés, « placés au point de contact, subissent toutes les « conséquences de ce conflit. La configuration du « sol, son orientation, les miasmes qui s'en déga- « gent, la présence des grandes masses d'eau, la « direction des courants, modifient de la manière « la plus puissante la température, l'état hygromé- « trique et la pureté de l'atmosphère. Ces trois « conditions sont inséparables pour le médecin. « La climatologie comprend donc à la fois l'étude « de l'air, des eaux et des lieux. » N'y a-t-il pas là un aveu implicite de l'impuissance de la météorologie à expliquer la pathologie tropicale? A l'ancienne formule hippocratique de l'air, des eaux et des lieux, M. Rochard ajoute l'action des miasmes. On connaît maintenant ce qu'à l'époque où l'ancien inspecteur général du Corps de Santé de la Marine écrivait cet article de dictionnaire, on appelait encore miasmes. Ceux-ci se nomment aujourd'hui microbes, et l'on sait de façon certaine que ce sont des êtres organisés. Or, ces êtres peuvent bien trouver accessoirement, dans la météorologie d'un pays, des conditions favorables à leur développement, ils ne peuvent être créés par elle. L'air ne peut qu'être leur véhicule et seulement jusqu'à une certaine distance des côtes. Il n'est jamais le milieu où ils vivent et se reproduisent. Il leur faut un substratum liquide ou solide où ils puisent leur nourriture. Donc, si dans une contrée aussi chaude, aussi humide, aussi marécageuse même qu'on puisse le supposer, ces germes ne se rencontrent pas, les maladies qu'ils engendrent ne sauraient naturellement exister par elles-mêmes.

Parmi ces affections qui, la fièvre jaune exceptée, n'ont du reste rien de spécial aux régions tropicales, mais y sont beaucoup plus répandues qu'ailleurs, trois sont particulièrement communes. C'est d'abord l'*impaludisme*, redoutable Protée aux manifestations multiples, dont on peut dire ce que Sydenham disait de l'hystérie : *Non morbus illa, sed morborum complex.* Puis, bien loin déjà derrière lui, les *entérites* et l'*hépatite*. Toutes ces maladies, bien que leurs agents soient encore plus ou moins bien connus, sont certainement infectieuses. La chose est peu douteuse pour la plupart des entérites. En Angleterre même, où elle prit naissance et fut si longtemps en honneur, l'origine climatique des abcès du foie tend à ne plus être acceptée. Le Dr Neil Macleod, de Shanghaï, repousse les conclusions de sir John Fayrer [2] admettant encore que l'abcès du foie volumineux et généralement unique est dû aux influences météorologiques unies à une mauvaise hygiène, à une alimentation vicieuse, à l'abus des boissons, associées ou non à la dysenterie, et déclare que, soit sur le vivant, soit à l'autopsie, dans l'hépatite suppurée, on peut toujours trouver des lésions anatomiques de l'intestin, point de départ de l'abcès. M. Macleod appuie son opinion sur plus de quarante observations personnelles.

Mais la première, — la plus fréquente parce que, sans doute, son agent est le plus diffusible, celle aussi sur laquelle la prophylaxie individuelle a le moins de prise, — constitue seule le grand obstacle à l'expansion des Européens dans les contrées

[1] M. P. Le Noir, dans le *Traité de Pathologie générale* de M. le Pr Bouchard, sans chercher à définir le climat, dit, à propos du rôle étiologique des agents physiques : « C'est en dernière analyse à l'organisme que doit être rapportée la cause de la maladie. »

[2] Littré et Robin : *Dictionnaire de Médecine.*

[3] κλίμα, pente ou inclinaison de κλίνω, j'incline.

[4] Fonssagrives : *Hygiène navale.*

[5] Lombard de Genève : *Traité de Climatologie.*

[6] J. Arnould : *Nouveaux éléments d'Hygiène.*

[7] J. Rochard : *Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques.* Art. Climat. Le Roy de Méricourt et E. Rochard, *Encyclopédie d'Hygiène et de Médecine publique*, t. I. Art. Climatologie.

[1] N. Macleod : *Tropical Abcess rarely a primary, usually a secondary affection of the Liver.* Lancet, vol. II., 1895.

[2] Davidson : *Hygiene and diseases of warm climates*, 1895.

tropicales. La belle découverte de M. Laveran, presque universellement acceptée aujourd'hui, a éclairé d'une vive lumière la pathogénie de la malaria.

L'hématozoaire, trouvé dans le sang palustre par tous ceux qui se sont strictement conformés aux recommandations de M. Laveran, en est la cause. Partout où vit ce parasite, on rencontre les états morbides qu'il provoque. Partout où il n'a pas encore été introduit, les fièvres d'accès sont inconnues et l'homme de race blanche, qui a pour elles une prédisposition toute spéciale, peut vivre aussi bien, souvent mieux qu'en Europe. La malaria, en effet, comme l'ont montré l'histoire de la Réunion, de Maurice, peut-être aussi de l'île de Malte, est susceptible d'être importée dans des pays où pendant longtemps elle n'existait pas et très salubres jusqu'au jour où elle fit sa première apparition. A cet égard, comme à beaucoup d'autres, le roulement qui, d'après notre organisation coloniale actuelle, se fait entre les fonctionnaires de nos possessions d'outre-mer, est des plus fâcheux. Il est de nature à favoriser la contamination de colonies jusqu'ici indemnes, comme la Nouvelle-Calédonie et les îles de la Polynésie française. C'est grâce à cette immunité que ces îles, de même que l'Australie, sont encore aussi saines. Cette constatation, qui prouverait bien la nature infectieuse de la maladie si elle avait besoin de plus ample démonstration, devrait amener à prendre les mesures prophylactiques les plus sévères pour protéger ces établissements.

I

C'est en vain qu'on demanderait aux influences météorologiques ou telluriques l'explication de cette salubrité. On ne peut la trouver ni dans l'action de la chaleur ou de l'électricité atmosphérique, ni dans celle de la pression barométrique ou de la tension de la vapeur d'eau, ni même dans l'action combinée de ces éléments.

Il n'y a pas lieu de discuter le rôle de la chaleur. Obligés de reconnaître qu'il existe des régions torrides où la morbidité des Européens est pourtant très faible, les partisans de l'importance du climat dans la pathologie tropicale en sont arrivés eux-mêmes à négliger ce facteur.

Quant à l'action de l'électricité atmosphérique, elle est encore trop peu connue pour qu'on puisse s'y arrêter longuement. Autrefois on a prétendu trouver quelque rapport entre de violents orages et l'apparition subite ou la brusque aggravation de certaines épidémies (peste pendant la campagne d'Égypte (Pugnet[1]), fièvre jaune (Pouppée-Despostes[1], Rufz[2], Bertulus[3], Belot[4], etc). Si toutefois cette relation est réelle, il est plus probable que l'électricité atmosphérique agit plutôt en exaltant la virulence des germes qu'en diminuant la résistance de l'organisme. Du moins l'activité plus grande des fermentations pendant les temps orageux semblerait parler en ce sens.

Restent donc la pression barométrique et l'humidité atmosphérique. On a accusé l'abaissement relatif et absolu de la pression barométrique de déterminer un état auquel on a donné le nom d'anoxhémie, d'anémie des altitudes (Féris)[5]. Il est facile d'objecter à cela que lorsqu'un habitant de la plaine s'élève sur une montagne d'altitude suffisante, il est à l'instant même pris de troubles dus manifestement à la diminution de tension de l'oxygène. Mais, au bout de quelques jours, il ne tarde pas à s'habituer à ce nouveau milieu, et les symptômes pénibles du début se dissipent entièrement[6]. Tout le contraire se passe à l'arrivée d'un Européen dans un pays chaud *insalubre;* il y a lieu d'insister sur cette qualification distinctive. Le nouveau venu éprouve tout d'abord un sentiment de bien-être, bientôt remplacé par divers désordres d'ordre pathologique. D'ailleurs, sous la zone torride et par une altitude ordinaire, l'abaissement de la pression est très loin d'atteindre le niveau observé sur certains hauts plateaux habités, où il peut descendre jusqu'à 40 centimètres de mercure.

L'influence de l'humidité atmosphérique, celle de la tension de la vapeur d'eau en particulier, a pour elle l'appui d'un médecin dont l'opinion doit avoir certainement une grande autorité. « C'est la tension de la vapeur d'eau, dit M. Treille[7], inspecteur du Service de Santé des Colonies, qui fait la

[1] Pugnet : *Aperçu physique et médical de la Haute-Égypte*, 1804.

[1] Pouppée-Despostes : *Maladies des Européens à Saint-Domingue*, 1739.

[2] Rufz de Lavison : *Gaz. médicale de Paris*, 1872. — *Arch. de méd. navale*, 1869.

[3] Bertulus : *Observations et réflexions sur l'intoxication miasmatique*, Montpellier, 1843.

[4] Belot : *La Fièvre jaune à la Havane*, Paris, 1865.

[5] Féris : *Arch. de méd. nav. t.* XXXII, p. 320 et suiv.

[6] Le Professeur Jolyet, de Bordeaux, puis Paul Bert ont décelé le mécanisme de cette adaptation : il résulte de leurs observations que le sang de l'animal anoxhémié tend à s'enrichir en hémoglobine. Le sang des rats vivant avec l'homme sur les hauts plateaux du Mexique est plus chargé d'hémoglobine que celui de leurs congénères du littoral. Enfin, en ces dernières années, les ascensions de hautes cimes ont permis de constater que cet enrichissement en hémoglobine correspond à un accroissement du nombre des globules sanguins; ceux-ci se multiplieraient très rapidement au cours d'une ascension de quelques jours. Il faut pourtant se mettre en garde contre les défauts de la méthode de numération des hématies : la numération n'a de sens que si l'on s'est assuré que le volume du sang n'a pas changé. Bien que les expériences aient sous ce rapport laissé à désirer, elles semblent néanmoins indiquer une rapide multiplication des globules rouges sous l'influence de l'ascension. (*Note de la Direction.*)

[7] Dr G. Treille : *De l'acclimatation des Européens dans les pays chauds*, 1888.

véritable caractéristique du climat ; c'est à elle que doit être rapportée l'action funeste du climat tropical sur l'organisme de l'Européen. » Comment agirait la tension de la vapeur d'eau ? En diminuant la tension de l'oxygène, dont l'affinité pour les globules rouges est déjà amoindrie par la chaleur. On le voit, M. le Dr Treille revient à la théorie de l'anémie des latitudes, qu'il semble cependant vouloir rejeter. Il n'est pas davantage prouvé que l'oxygène, sous les tropiques, se fixe avec moins d'énergie aux globules rouges. D'après M. Regnaud, le maximum de l'activité des combustions se rencontre entre 36° et 40°. Or, même dans les pays les plus chauds, cette température du milieu extérieur est rarement atteinte. Je ne crois pas que M. Treille eût soutenu cette théorie avec tant de conviction, s'il avait eu la bonne fortune de naviguer dans le Pacifique.

Par la comparaison des régions tropicales salubres avec les contrées insalubres, on peut, de plus, trouver des preuves directes de l'innocuité du climat. Tout le monde reconnaît qu'il existe des pays chauds très sains, où la morbidité et la mortalité des Européens sont très faibles, et où cependant les conditions météorologiques ne diffèrent en rien de ce qu'elles sont dans les contrées les plus mentrières. Le véritable criterium du climat, si l'on veut conserver ce mot médicalement parlant, serait le taux de la mortalité, comme l'a dit M. Felkin [1], maître de conférences d'Hygiène et de Pathologie tropicales à l'École de Médecine d'Edimbourg. Une mortalité de plus de soixante pour mille doit, d'après lui, faire considérer une région comme malsaine. Ainsi, la température moyenne de l'air n'est pas moins élevée à Tahiti qu'à Madagascar ; le baromètre s'y maintient à peu près à la même hauteur ; l'humidité n'y est pas moindre. Les côtes de la plupart des îles de la Société ne sont qu'un vaste marécage inculte. Et cependant, la mortalité des troupes à Papeete est moins élevée que dans nos meilleures garnisons de France, et la morbidité par maladies endémiques s'y réduit presque toujours à zéro. Je puis citer dans le même ordre d'idées un exemple plus frappant encore. En 1884-85, il y avait au Gabon, pays éminemment insalubre, comme l'on sait [2], un ponton, le Catinat, mouillé à quelques kilomètres de terre (2 ou 3) dans l'estuaire et servant d'hôpital en même temps que de caserne pour les ouvriers de l'arsenal. La santé des hommes, surtout de ceux qui, par profession, descendaient rarement au rivage, fut parfaite jusqu'au mois de mars 1885. A cette date cette très vieille corvette eut une voie d'eau si considérable qu'on dut la faire échouer à la côte et l'abandonner. L'équipage fut logé à terre. A partir de ce moment les fièvres palustres sévirent avec violence, la fièvre typhomalarienne en particulier, et firent un grand nombre de victimes. Il serait difficile, je pense, de trouver une preuve plus complète de l'indifférence de l'Européen aux seules influences météorologiques dans la zone torride.

[1] R. W. Felkin, *On the geographical distribution of tropical diseases in Africa*. Edimburgh, 1895.

[2] Voir sur le climat du Gabon : Dr Rouire. L'Ouest africain (*Presse médicale*, p. 72 1895). Lire aussi : Griffon du Bellay, Rapport médical sur le service de l'hôpital flottant au Gabon. *Arch. de méd. navale*, I, 13. — Bestion : Etude sur le Gabon, *ibid.*, XXVI, 372, 401-441. — H. Gros : Loango, les Bavilis et la colonisation européenne, *ibid.*, LII. 241, 345, 451 ; LIII, 36. — David : Pontons-hôpitaux du Gabon, *ibid.*, LVI, 233, 257.

II

Les partisans de la théorie climatique, et ils sont encore le plus grand nombre parmi les médecins, ont cherché à rapporter à des modifications physiologiques de l'organisme l'action supposée du climat. La température du corps serait un peu plus élevée que dans la zone tempérée. La tension artérielle, d'abord exagérée serait par la suite abaissée. Le nombre des globules rouges serait diminué. La capacité respiratoire deviendrait également moindre. La sécrétion sudorale serait toujours augmentée. L'urine serait émise en moins grande quantité. Enfin, les fonctions hépatiques et gastro-instestinales seraient toujours troublées. Telles seraient les principales modifications physiologiques que subirait l'organisme de l'Européen sous l'influence du climat tropical. Elles devraient, prétend-on, amener cet organisme à un état semblable à celui des indigènes : cet état constituerait l'acclimatement ou l'acclimatation.

Incontestablement, sous l'action de la chaleur, l'organisme, quel qu'il soit, homme ou animal, européen ou nègre, ne réagit pas comme au froid ; mais peut-on appeler une modification ce qui n'est en somme qu'une fonction normale ? Dans les pays chauds, la sécrétion sudorale est augmentée. En effet, le rôle de la sueur est, non pas tant de soustraire au sang certains principes qui pourraient être nuisibles, que de régler, avec la conduction et le rayonnement, la température du corps. Même sous nos latitudes, elle suit les variations du thermomètre. On ne comprendrait guère qu'il en fût autrement sous les tropiques.

Pour la majorité des médecins, la quantité de l'urine excrétée dans les vingt-quatre heures serait diminuée (Moursou [1], Rattray [2], Treille [3]). Or,

[1] Moursou : Notes sur les variations de l'urée. *Arch. de méd. nav.* t. XXXVI, p. 227.

[2] Rattray : *Influence du régime des climats et des longs voyages sur la santé et les maladies des marins*. do XII. 321 *Influence des changements de climats sur l'économie humaine*, XVII, 427.

[3] Dr G. Treille. *Loc. cit.*

M. Eijkman, directeur de l'Institut pathologique de l'Institut de Weltvreden (Batavia), à qui nous devons les études les plus complètes et les plus sérieuses sur l'action du climat, l'a trouvée peu modifiée sur une série de six Européens ayant d'un mois et demi à six mois de séjour aux Indes hollandaises; il a constaté par l'urine un volume moyen de 1487 centimètres cubes. Chez douze Européens ayant d'un an et demi à quinze ans de présence dans la colonie, ce volume était de 1.545 centimètres cubes. Quant à la quantité d'urée excrétée par kilogramme de poids du corps, M. Eijkman ne l'a pas trouvée changée. Ces observations l'amènent à cette importante conclusion, que je traduis textuellement :

« Le climat tropical n'exerce sur la destruction des albuminoïdes dans l'organisme humain aucune influence particulière. »

Que l'on admette que la quantité d'urine soit diminuée : il n'y aurait pas encore là une modification physiologique sous la dépendance du climat. Partout et toujours existe normalement une sorte de balance entre les sécrétions sudorale et urinaire. Cette compensation s'observe dans nos pays sous l'influence de la chaleur de l'été. Une certaine quantité d'eau qui passerait par le rein, avec une température extérieure plus fraiche, est employée au refroidissement du corps par l'évaporation. Si, maintenant, une somme de liquide plus considérable que d'ordinaire est ingérée, le volume de l'urine excrété pourra être peu diminué. Pour tout cela une adaptation spéciale de l'organisme n'est pas nécessaire. Ce qui constituerait véritablement des modifications physiologiques, ce serait qu'à la longue le corps de l'Européen finit par employer au refroidissement d'autres procédés que l'évaporation, la conduction ou le rayonnement ; ou bien que, la transpiration étant abondante et la quantité de boisson ingérée ne variant pas de ce qu'elle est en Europe, le volume de l'urine excrétée en vingt-quatre heures restât le même.

Il est possible que, dans les contrées tropicales, la température de l'homme soit un peu plus élevée que dans les pays tempérés. Mais cette augmentation n'est pas encore absolument démontrée. L'écart considérable entre les chiffres donnés par les différents observateurs doit mettre en garde contre l'exactitude et la rigueur de leurs observations. Ainsi, tandis que Rattray [2] et Jousset [3] accusent une augmentation de plus de 1° C., Brown-Séquard [1] en indique une de 0°9, et Gueguen [2] donne une augmentation de 0°3 seulement. J'avais tenté de reprendre cette question à Tahiti à bord du *Volage* [3]. Un malheureux événement est venu interrompre mes recherches. J'avais trouvé, pour les quatre-vingts hommes dont se composait l'équipage de ce navire, une moyenne de 37°5 avec des variations fort peu sensibles. J'ai toujours considéré comme anormale une température de 38°, et, chaque fois que je l'ai rencontrée, un état morbide la justifiait. Pour que ces observations eussent quelque valeur, il eût fallu pouvoir comparer le thermomètre qui servit à prendre les températures avec un thermomètre étalon et pouvoir suivre les hommes à leur retour en France pendant la saison froide.

M. Eijkman [4] a récemment repris cette question de la température du corps humain. Il conclut qu'à l'état de repos il y a, chez l'Européen aux pays chauds, plutôt un abaissement de température qu'une élévation. La moyenne trouvée par lui, dans des conditions d'une précision indiscutable, est de 37°02.

Nous n'avons pas non plus de données encore très précises sur l'état de la respiration sous les tropiques. On dit généralement que les mouvements respiratoires, d'abord augmentés en nombre, sont ensuite ralentis, et que la quantité d'acide carbonique exhalée est diminuée (Jousset [5], Féris [6], Rattray). Les mêmes remarques que ci-dessus s'appliquent aussi à cette fonction. L'augmentation de l'activité des combustions est un des moyens employés par la Nature pour lutter contre le froid. On peut croire que, dans les pays chauds, le volume d'air inspiré et la quantité d'acide carbonique exhalée seront diminués. L'un et l'autre, du reste, varient déjà sous nos latitudes avec la température de l'air ambiant. Le Dr W. Marcet [7], membre de la Société Royale de Londres, a constaté qu'à 2°22 centigrades, le volume de l'air expiré pendant une minute, volume rapporté à 0° et à la pression 760, était de 4 litres 858. A 11°66, dans les mêmes conditions et dans le même temps, il n'était que de 3 litres 455. La quantité d'acide carbonique exhalé était à 2° 22 de 284 centimètres

[1] C. Eijkman : *Virchow's Archiv.* t., CXXXVI, 1891; t. CXXXVI et CXXXVIII, 1893 et H. Gros : Compte rendu des mémoires du Dr Eijkman in *Arch. de méd. nav.* t. LXII.

[2] Rattray : *Loc. cit.*

[3] Jousset : De l'acclimatement et de l'acclimatation. *Arch. de méd. nav*, t. XL.

[1] Brown-Séquard : *Journal de Physiologie*, t. II.

[2] Gueguen : Études sur la marche de la température dans les différentes fièvres de la Guadeloupe. *Arch. de méd. nav.*, XXIX, 81.

[3] H. Gros : Modifications physiologiques de l'Européen en pays chaud salubre, *ibid.*, 1892.

[4] Eijkman : Vergleichende Untersuchung über die physikalische Warmeregulirung beider europäischen und dem malaischen Tropenbewohner. *Virchows Archiv.*, t. CLV. 1895.

[5] Jousset : *Loc. cit.*

[6] Féris : *Loc. cit.*

[7] W. Marcet. Contributions to the history of the respiration of man (Croonian Lectures.) *Lancet*, Juin 1895.

cubes ; à 11°66, de 217 centimètres cubes, soit une augmentetion de 30,9 % avec un abaissement de température de 9°5 environ. Mais peut-être la différence n'est-elle pas proportionnelle à l'élévation de température et diminue-t-elle à mesure que le thermomètre monte au-dessus de ces chiffres. J'ai mesuré à Tahiti la capacité respiratoire de quatre-vingts matelots. J'ai trouvé, pour le volume d'air expiré au mois de février, une moyenne de 2 litres 390. Au mois de juin, sensiblement plus frais, cette moyenne était de 2 lit. 489. En ajoutant l'air résiduel, cela fait une capacité moyenne de 3,390 à 3l,489, capacité peu différente de ce qu'elle est en Europe [1].

L'état du pouls et de la circulation n'est pas mieux connu. Jousset [2] admet que la tension artérielle, d'abord élevée, est ensuite diminuée, et que le nombre des pulsations suit les mouvements de la température et de l'humidité atmosphérique.

Les altérations de la composition du sang, que l'on a signalées, seraient une diminution du nombre des globules rouges et l'hydrémie, qui nous ramènera à la théorie de M. Treille. Certains médecins avaient même fait de l'anémie une condition de l'acclimatement et avaient proposé, dans le but de l'obtenir plus rapidement, l'emploi des saignées répétées. C'est encore à M. Eijkmann [3] que nous devons les meilleures recherches sur ce sujet. Cet auteur ne s'est pas contenté de numérer les hématies de 33 Européens en parfaite santé. Il a calculé aussi leur richesse en hémoglobine et la densité du sang. Or, ni les uns ni les autres ne différaient de ce qu'elles sont en Europe. Le nombre des globules oscillait de 5.182.000 à 5.358.000 suivant les catégories établies d'après la durée du séjour. La valeur colorante moyenne du globule était de 100. La densité du sang, prise au picnomètre capillaire de von Schwaltz, était de 1,0574, moyenne peu éloignée de celles indiquées par Landois (1,055), par von Schwaltz (1.0591), par Peipper (1,055) pour les habitants de nos contrées. Qu'on veuille bien le noter, toutes ces recherches ont été faites à Batavia, ville très chaude et très humide, qui n'est point non plus précisément salubre. Il est évident que, si la quantité d'eau contenue dans le sang augmentait, le nombre des globules devrait être proportionnellement diminué, de même que la densité du sang. Du reste, ce n'est pas sur des faits d'observation, mais sur des données hypothétiques que M. Treille a édifié sa théorie. Il y a, dit-il, augmentation de l'eau du sang par rétention de la quantité de vapeur d'eau non exhalée par la surface pulmonaire. Mais cette quantité est éliminée par la transpiration. La suractivité de la sécrétion sudorale détermine une exagération de la soif. Or la soif, a dit Paul Bert, est la diminution d'eau dans le milieu intérieur. C'est l'abondante soustraction de liquide par la sueur qui fait naître cet impérieux besoin. Par suite, on ne comprend guère comment, d'après la théorie de M. Treille, l'eau pourrait être à la fois augmentée dans le sang au point de produire l'hydrémie et diminuée au point de déterminer la soif.

Quant aux troubles des fonctions hépatiques et gastro-intestinales, ils sont toujours pathologiques. « Dans une longue pratique hospitalière en Algérie, nous n'avons jamais rencontré un seul cas d'hyperhémie du foie aiguë ou chronique dont une cause pathologique telle que la malaria, la dysenterie ou la pneumonie ne pût rendre compte. » Kelsch et Kiener [1].) Ce n'est pas sur des observations directes qu'a été établie cette traditionnelle hypertrophie fonctionnelle du foie. C'est seulement la fréquence des états bilieux et de l'hépatite, suppurée ou non, dans les pays chauds insalubres qui ont donné naissance à cette opinion. Dans l'impaludisme le foie est, avec la rate, un des premiers organes lésés.

Il en est de même pour l'appareil digestif. Trop de circonstances peuvent venir apporter le désordre dans son fonctionnement régulier, sans qu'il soit nécessaire d'incriminer les facteurs météorologiques. En dehors de la malaria, l'abus des boissons alcooliques, acides (orangeade, citronnade), gazeuses (limonades, eau de seltz artificielles), glacées ou simplement sucrées, l'abus des condiments (piment, pickles, achards, sauces anglaises), des conserves alimentaires, l'excès de l'alimentation lui-même suffisent largement à les expliquer.

III

Il a déjà été dit que certaines maladies d'origine sûrement infectieuse jouent le plus grand rôle dans la pathologie tropicale. Il faut rechercher maintenant s'il y a des maladies que l'on puisse réellement attribuer à la seule action du climat, indépendante de toutes les autres causes, des maladies véritablement climatiques. Sous ce nom, M. Corre [2], dans son *Traité clinique des maladies des pays chauds*, a décrit trois sortes d'affections, qui paraissent dues « à l'action exclusive ou tout au moins prédominante des modificateurs météorologiques. » Ce sont : le *coup de chaleur*, les *fièvres climatiques* et l'*anémie tropicale*. Le coup de chaleur ne mérite guère d'être appelé une affection

[1] H. Gros : *Modifications physiologiques de l'Européen*, etc., etc.
[2] Jousset : *Loc. cit.*
[3] Eijkmann : *Virchows Archiv.* et *Arch. de méd. navale*, *l. c*

[1] Kelsch et Kiener : *Traité des maladies des pays chauds*
[2] Corre : *Traité clinique des maladies des pays chauds.*

climatique. Ce n'est du reste pas une maladie, c'est un accident d'ordre cosmique. Les accidents produits par la foudre sont de même nature. Jamais personne n'a appelé la fulguration une maladie climatique, quoiqu'elle puisse se présenter plus fréquemment dans certaines contrées que dans d'autres. Le coup de chaleur se rencontre partout, même sous nos latitudes, même sous les latitudes encore plus élevées de la Grande-Bretagne et de la Scandinavie. On sait combien il est fréquent dans les revues, les marches militaires. Il est seulement et naturellement plus commun sous la zone torride, la cause déterminante étant constamment présente et puissante. Toutefois la fréquence et la gravité de cet accident paraissent bien plus grandes dans les pays chauds malsains que dans les régions tropicales salubres. Vraisemblablement son aggravation provient alors de son association presque constante avec l'impaludisme. L'insolation et le coup de chaleur sont fort rares dans les îles de la Polynésie. En Australie, dans les villes, même en plein été, personne ne porte le casque colonial. Quant à l'érythème solaire, M. Eijkmann fait remarquer qu'il est dû à l'action chimique des rayons du soleil, et qu'il s'observe fréquemment sur les glaciers, les champs couverts de neige, inondés par la lumière du jour.

Sous le nom de fièvres climatiques, M. Corre comprend : 1° la fièvre éphémère ; 2° la fièvre continue simple ; 3° la fièvre gastrique simple ; 4° la gastrique bilieuse. « Les modifications saisonnières engendrent partout des pyrexies dont la physionomie clinique varie selon l'intensité des phénomènes météorologiques. » Ces lignes semblent bien indiquer que M. Corre ne faisait pas grande distinction entre les fièvres qu'il appelait climatiques et certains états fébriles observés dans nos contrées. Cet auteur, au moment où il écrivait son Traité, le meilleur peut-être que nous possédions encore aujourd'hui sur la pathologie exotique, n'acceptait qu'avec de grandes réserves les théories microbiennes. Maintenant on pense que dans nos climats la plupart de ces fièvres éphémères, synoques, continues sont dues soit à des états infectieux, soit à des auto-intoxications. Il ne peut en être autrement dans les pays chauds, où l'infection et l'auto-intoxication ont beaucoup plus souvent l'occasion de se donner libre carrière. Le *Bacterium coli commune*, le bacille typhique ont sans doute une large part dans la genèse de ces états. On a cru longtemps à l'immunité complète de la zone torride par la fièvre typhoïde. Puis on en vint à dire qu'elle était [1] seulement plus rare que dans les latitudes tempérées. Cette opinion elle-même ne peut plus se défendre. D'après la statistique médicale de l'armée anglaise de l'Inde pour 1893, parmi les troupes européennes, 42 % des décès (près de la moitié) sont dus à la fièvre typhoïde. Pendant mon séjour à Tahiti j'ai observé, dans un certain nombre d'îles, de petits foyers locaux de typhus abdominal, plus ou moins grave, frappant surtout les indigènes. M. Vincent [1] ne vient-il pas de confirmer, enfin, ce qui était soutenu depuis longtemps par M. Corre [2] d'abord, par MM. Kelsch et Kiener ensuite : à savoir que la typho-malarienne est une maladie proportionnée, résultant de l'évolution sur le même terrain du bacille typhique et de l'hématozoaire. En outre, ces soi-disant fièvres climatiques peuvent représenter encore les premières manifestations de l'impaludisme. Aux colonies, cette maladie, à son début, affecte, en effet, bien exceptionnellement la forme intermittente. Dans les pays chauds salubres, ces états fébriles sont beaucoup plus rares. Aux îles de la Société, l'équipage du *Volage* fut complètement renouvelé en cours de campagne. Même chez les nouveaux arrivés, je n'ai pas rencontré une seule de ces affections.

Reste enfin l'anémie tropicale. L'anémie est une maladie, ou plutôt un syndrome qui, actuellement, se reconnaît objectivement et se mesure. Les examens hématologiques de M. Marestang [3], ceux de M. Eijkmann ont démontré que chez l'individu bien portant le nombre des globules restait invariable. Si donc l'anémie se rencontre, elle est toujours secondaire, et il faut en rechercher la cause soit dans une malaria plus ou moins latente, soit dans la présence de parasites intestinaux (anchylostome duodénal, *Botryocephalus latus*, *Trichocephalus dispar*, etc...), soit dans les intoxications gastro-intestinales chroniques.

IV

Je me suis efforcé d'établir dans ce qui précède :

1° Qu'il n'y a pas entre un pays chaud salubre et un pays chaud insalubre d'autre différence essentielle que l'absence dans l'un, la présence dans l'autre, de certains germes pathogènes animés ;

2° Qu'il n'y a pas, à proprement parler, de modifications physiologiques causées par la météorologie tropicale, partant, pour l'organisme de l'Européen, pas d'efforts à faire pour s'adapter au climat ;

3° Qu'il n'y a pas de maladies climatiques.

[1] Hirsch : *Handbuch der historisch-geographischen Pathologie*, 1re partie.

[1] Vincent : Sur la symptomatologie et la nature de la fièvre typho-palustre. — *Mercredi médical*, 3 décembre 95.

[2] Corre : *Traité clinique des fièvres*.

[3] Marestang : Hématimétrie normale de l'Européen des pays chauds. *Arch. de méd. nav.*, t. LII, 40.

Cela me permettra d'être bref sur l'acclimatement et l'acclimatation. Le climat n'ayant par lui-même aucune influence sur l'organisme, l'acclimatement au sens médical du mot, ce que les éleveurs appellent acclimatement ou acclimatation est un fait, un résultat, non un acte. Une foule d'espèces animales et végétales ont été introduites chez nous, sans que l'on ait pris grand soin pour les faire vivre. Certains horticulteurs [1] prétendent même que bon nombre de plantes de serre froide ou tempérée prospéreraient mieux si on ne les entourait de soins étiolants. Quant aux animaux, qui, bien mieux que les plantes, peuvent résister aux variations de température, le nombre est considérable de ceux qui sont domestiqués chez nous sans effort de notre côté, sans modification du leur. Il suffit de citer le cobaye, le coq d'Inde, le colin de la Californie, la perruche ondulée, nombre de variétés de poules devenues très rustiques, tous animaux qui vivent et se reproduisent très aisément dans nos basses-cours et nos volières. Il n'est pas jusqu'aux gros Mammifères, le lion, l'éléphant, qui, bien que captifs et confinés dans des espaces étroits, ne se multiplient en Europe.

Pour d'autres, dont l'introduction a été vainement tentée, il faut compter beaucoup plus avec la privation de la liberté, le confinement, l'alimentation peu en rapport avec leurs habitudes, qu'avec le climat. Même dans nos bois et nos champs, il ne manque pas d'animaux qui ne peuvent supporter la captivité, ou qui, s'ils finissent par se faire à cet état, restent stériles.

Inversement, nos animaux ont été importés dans nombre de contrées tropicales : ainsi, le cheval, le bœuf, le mouton, dans les deux Amériques, en Australie, dans les îles de la Polynésie. Les chevaux, aujourd'hui fort nombreux aux îles de la Société, descendent presque tous d'un couple amené d'Angleterre à la fin du siècle dernier (1778) par Cook. On cite souvent ce proverbe polynésien : « L'homme blanc chassera l'homme maori comme le rat d'Europe a chassé le rat maori, comme le chien d'Europe a chassé le chien maori [2]. » L'homme a toujours sur l'animal un immense avantage : il peut facilement se mettre à l'abri des rigueurs des climats excessifs. Ce que l'on a confondu avec l'acclimatement, c'est une certaine accoutumance aux miasmes, au poison palustre en particulier, une sorte de mithridatisme, pour employer l'expression de Fonssagrives. Le bénéfice de cette accoutumance est réel et bien démontré par l'observation journalière aux colonies. Chez les Européens qui y résident depuis longtemps sans retour dans leur patrie, les accès de fièvre diminuent de fréquence et de gravité, et la malaria revêt chez eux la forme intermittente, qui serait un mode atténué de la maladie. Mais ce bénéfice est toujours très précaire. Le moindre incident peut faire apparaître les manifestations pernicieuses, de préférence la fièvre bilieuse hématurique. Contrairement à ce que disait Fonssagrives, il est infiniment plus facile de s'habituer à la chaleur qu'au paludisme. Il n'est même pas très correct de parler ici d'habitude à la chaleur, puisque l'organisme porte en lui tous les moyens de lutter contre elle.

Comment se fait-il que tant de médecins distingués de la Marine et des Colonies aient jusqu'à présent considéré l'action du climat (au sens purement météorologique du mot) comme si redoutable pour l'Européen ? C'est que la plupart des contrées tropicales sont extrêmement insalubres et que, presque toujours, climat torride a été pris comme synonyme de climat insalubre. C'est que l'on ne connaît que depuis très peu de temps les microbes et leur rôle, c'est qu'enfin lorsque, par hasard, on rencontrait un pays chaud salubre, on ne mettait pas cette salubrité sur le compte de l'absence de germes que l'on ne connaissait pas, on l'attribuait à des causes cosmiques (certaines particularités météorologiques ou physiques, corail vivant, présence de certains végétaux). En somme, la pathologie exotique est beaucoup moins une question de climatologie qu'une question de flore ou de faune pathogène.

Voilà pour l'acclimatement de l'individu. Quant à l'acclimatement de la race, rien ne démontre qu'il soit impossible. On s'est seulement basé pour soutenir cette hypothèse sur des statistiques surtout empruntées, de l'Amérique centrale et de l'Amérique du sud, aux Républiques hispano-portugaises. Ces documents ne méritent aucune confiance. Dans la Polynésie, que j'ai fort souvent citée au cours de cet article, parce qu'elle est le type du pays chaud salubre, les natifs virent manifestement au blanc et, sans grand apport de nouveaux colons, la population, bénéficiant de ce mélange intime des deux races, que n'entrave aucun préjugé, paraît, d'après les dernières statistiques, augmenter un peu.

V

Si l'influence directe du climat sur l'Européen est très discutable et en tous cas se réduit à peu de chose, son action indirecte ne peut être méconnue. Les agents pathogènes trouvent, dans la chaleur et l'humidité de l'atmosphère et du sol, des conditions très favorables à leur développement. Dans la zone tempérée, déjà ces éléments ne sont pas indifférents. On connaît l'importance attribuée par

[1] A. Karr : *Les fleurs.*
[2] Bordet : *Géographie médicale.*

Pettenkoffer à la nappe d'eau souterraine. En Angleterre le Dr Balland, membre de la Société Royale de Londres, a appelé « température critique du sol, la température de 13°33 à la profondeur de 1 m. 20 ». Le Dr Tatham, surintendant de la Statistique à Manchester, a constaté que, lorsque cette température du sol est atteinte dans cette ville, la diarrhée infantile ne tarde pas à se manifester à l'état épidémique [1]. Dans les contrées tropicales, la virulence des parasites microscopiques de l'homme et des animaux, celle de l'hématozoaire de Laveran notamment, est sans cesse à l'état d'exaltation. Mais on ne doit pas perdre de vue que, naguère encore en France, en Hollande, on observait les formes pernicieuses de l'impaludisme. L'action du climat sur le germe lui-même ne suffit pas à expliquer la gravité et la fréquence de la maladie. La nature du sol et l'état social de ses habitants jouent à cet égard un rôle bien plus considérable. La résistance de l'organisme ne paraît pas avoir beaucoup d'importance vis-à-vis de l'impaludisme. Du moment que l'on a la peau blanche, on ne peut rien contre lui. Aryens ou Sémites, forts ou faibles, sobres ou intempérants, pusillanimes ou braves, prudents ou téméraires, personne n'est épargné. A son tour, il affaiblit l'organisme et prépare le terrain à d'autres affections endémiques, comme la dysenterie et l'hépatite, qui ne sont peut-être que deux étapes d'une seule et même maladie. Encore est-il aussi nécessaire que les germes de cette maladie soient présents. Au Gabon, pays palustre par excellence, la dysenterie et l'abcès du foie sont très rares. Ce fait tendrait bien à montrer qu'un agent spécifique est nécessaire pour produire ces deux états morbides et qu'ils ne peuvent être l'œuvre de microbes vulgaires, acquérant, sous l'influence de la météorologie, une virulence spéciale. Mais, partout où la malaria n'existe pas, l'Européen n'a pas de prédisposition plus marquée pour les endémies que l'indigène.

En 1891, à Tahiti une épidémie d'entérites dysentériformes sévit avec une certaine intensité et occasionna un certain nombre de décès. Elle resta limitée à la population native. A bord des navires de guerre de la station, on en rencontra un seul cas mortel, chez un matelot marquisien, embarqué sur la *Vire*, qui cependant vivait comme le reste de l'équipage. De même pendant un séjour de deux ans aux îles de la Société, je n'ai vu qu'un seul cas d'hépatite suppurée; c'était chez un indigène opéré avec le succès le plus complet par M. le Dr Sérès, médecin principal des Colonies.

[1] J. W. Moore : *Meteorology practical and applied*, London, 1894.

Mais, si l'impaludisme est beaucoup dans la morbidité et la mortalité des Européens aux pays chauds, il n'est pas tout. A côté de l'hématozoaire, d'autres agents pathogènes existent déjà; d'autres ne demandent qu'à être introduits. De ce nombre sont d'abord le bacille typhique et le bacille de Koch. La diphtérie elle-même, qui semblait jusqu'ici avoir une prédilection pour les climats froids et humides, s'est installée dans des régions tropicales ou subtropicales, comme l'Algérie, l'Australie, la Nouvelle-Calédonie, et paraît s'y plaire. La lèpre a trouvé, dans les organismes vierges venus d'Europe, un terrain propice et, dans certaines contrées, l'on assiste à ce spectacle curieux : pendant qu'elle semble s'atténuer et devenir plus rare chez les indigènes, l'on voit les cas se multiplier chez les habitants de race blanche. Il n'est pas jusqu'à la dysenterie et l'hépatite qui ne deviennent plus fréquentes dans des pays où elles étaient auparavant presque inconnues. C'est ce que le Dr Legrand a bien montré pour la Nouvelle-Calédonie. De toutes les infections, il n'en est guère, en définitive, qu'une seule qui soit propre aux zones tropicales et n'ait pas encore beaucoup dépassé son foyer primitif. Par cela, elle mériterait mieux que tout autre le nom de maladie climatique : c'est la fièvre jaune. Encore a-t-elle déjà franchi un océan.

VI

C'est donc une locution vicieuse que de dire : le climat d'un pays est malsain. Ce n'est pas le climat qui est malsain, c'est le pays lui-même; un pays est insalubre par toutes sortes de raisons, beaucoup par son état social, un peu par son état physique, mais avant tout par sa microbiologie pathogène. Les botanistes peuvent parler de climat botanique, parce que certaines plantes ne dépassent pas certaines limites et peuvent servir à caractériser les frontières entre lesquelles elles vivent. Il n'en est pas ainsi des agents morbides : ce sont des cosmopolites auxquels on ne peut plus assigner de patrie. Ils tendent à tout envahir, si on leur laisse la place. Par suite, on ne peut s'en servir pour établir des climats médicaux. Quand les médecins parlent de climat, ils doivent lui donner le sens que lui accorde la météorologie, et ils n'ont pas le droit de le qualifier de salubre ou d'insalubre. Ce serait un médiocre résultat que de parvenir à renverser une notion généralement reçue, si, de l'indifférence du climat vis-à-vis de l'Européen, on ne pouvait tirer quelques conclusions d'une haute portée. Le véritable ennemi de

[1] Legrand : Hépatite suppurative et abcès du foie en Nouvelle-Calédonie, *Arch. de méd. nav.*, t. LVI, p. 343.

la race blanche, c'est l'hématozoaire du paludisme.

Contre les météores nous eussions été à peu près complètement désarmés. Contre la malaria nous sommes beaucoup plus puissants. Nous pouvons lutter contre elle par des moyens prophylactiques individuels ou généraux. Les premiers, qui tendent à augmenter la résistance de l'organisme, ne doivent pas être négligés; toutefois ils demeureront toujours tout à fait insuffisants. Les seconds, qui s'attaquent à l'agent lui-même, ont seuls quelque efficacité. Mais ils sont l'œuvre de l'administration. Que l'hématozoaire pénètre par n'importe quelle voie : par les boissons, — ce qui est peu vraisemblable, étant donné qu'il ne suffit pas de boire constamment des eaux filtrées et bouillies pour s'en protéger, — par la peau, — grâce aux piqûres des moustiques, comme le veut Patrick Manson [1], — par les voies respiratoires, ce qui est beaucoup plus probable, — c'est, en définitive, dans le sol qu'il se trouve, et c'est là qu'il faut aller le chercher.

On sait dans quelles conditions l'impaludisme a fini par disparaître complètement de certaines localités d'Europe et d'Algérie qu'il décimait autrefois. On sait que la suppression des marais, patents ou cachés, l'établissement de certaines cultures, ont fini par assainir des régions très insalubles. Il serait à désirer que dans les centres importants de colonisation des travaux d'assainissement fussent entrepris sans délai.

Il faut, en outre, que les règlements d'hygiène publique soient appliqués dans toute leur rigueur. Il ne s'agit pas seulement de combattre un ennemi partout présent aujourd'hui; il faut encore empêcher d'autres adversaires non moins redoutables de venir opérer concurremment avec lui. Au premier rang se place le bacille typhique. La mauvaise qualité des eaux de boisson, le système des fosses fixes, seul en usage dans la plupart de nos colonies, favorisent au plus haut point sa diffusion.

Il faut encore par les mesures quarantenaires éviter l'apport de maladies nouvelles; celles-ci s'adressent surtout aux maladies épidémiques, mais tout démontre que les affections endémiques ne sont pas moins aptes à être introduites dans des pays où elles n'existaient pas. Un des moyens les plus sûrs d'éviter ce grave péril est de moins déplacer les fonctionnaires et les officiers en service aux colonies. Le choix d'une colonie peu salubre pourrait entraîner certains avantages de solde, de retraite, de congés, d'avancement et de limite d'âge qui compenseraient l'agrément d'habiter un pays plus sain. C'est le système adopté par l'Angleterre pour les officiers et les fonctionnaires qui demandent à servir à la côte occidentale d'Afrique.

En dernier lieu, étant bien pénétré de cette idée que le climat n'exerce aucune influence sur la santé des Européens aux colonies, le médecin réglera d'après cela sa conduite pour le rapatriement des malades. Tout homme ayant été atteint d'impaludisme chronique ou pernicieux sera toujours exposé à de nouvelles attaques de la part de l'agent malarien, en raison de la diffusibilité extrême de cet agent. Par la répétition de ces atteintes, son état ne pourra que s'aggraver. Aussi ces deux formes de l'impaludisme exigent un prompt retour en Europe.

La dysenterie et l'hépatite suppurée n'ont rien à craindre du climat; elles ont tout à redouter d'un rapatriement trop hâtif.

Aussi, avant de renvoyer les malades atteints de ces affections, convient-il que les dysentériques aient été sensiblement améliorés par les médicaments usuels et que les porteurs d'abcès du foie aient été traités par la seule méthode rationnelle : l'ouverture des collections purulentes.

On cherchera la cause de l'anémie. Certaines formes, surtout celles qui sont liées à la malaria, peuvent nécessiter également le retour dans la zone tempérée. Au contraire, l'anémie parasitaire cédera au traitement.

J'ai dû incidemment aborder ces questions très importantes et encore mal précisées. Les développements qu'elles comportent dépasseraient de beaucoup les limites que je m'étais assignées dans ce travail déjà fort long. J'espère cependant que l'intérêt sans cesse croissant qui s'attache en France aux questions coloniales, m'en fera pardonner l'étendue.

Dr H. Gros.
Ancien médecin de la Marine.

[1] Patrick Manson : *British medical Association*. 63e congrès annuel tenu à Londres en 1895. *The Lancet*, p. 301.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

I. — Les nouveaux rayons

Il est impossible de commencer une revue des progrès de la Physique pendant l'année qui vient de s'écouler sans parler en première ligne de la découverte importante, capitale peut-on dire, qui a été faite par le professeur Röntgen. Nous ne croyons pas devoir nous étendre longuement sur les faits nouveaux qui ont été signalés, car ils ont fait l'objet d'articles spéciaux dans la *Revue générale des Sciences* [1], et il nous suffira de les rappeler sommairement.

On sait maintenant que si, dans un tube à vide de Hittorf ou dans un tube de Lénard ou de Crookes dont le vide a été poussé très loin, on fait passer la décharge d'une forte bobine d'induction, ce tube devient une source de radiations qui ne produisent pas d'action directe sur l'œil, qui ne donnent pas directement la sensation lumineuse, mais qui peuvent impressionner une plaque photographique, qui peuvent rendre visibles diverses substances fluorescentes, et ces actions se manifestent alors même que, sur le trajet des radiations, on a interposé des corps que nous considérons ordinairement comme opaques, du papier noir, du bois, certains métaux.

Les radiations susceptibles de produire ces effets ont été désignées sous le nom de « rayons X » par le savant qui les a découvertes ; on les appelle également, avec justice, les « rayons Röntgen ».

Ces résultats, annoncés par les journaux politiques aussi vite, sinon plus, que par les journaux scientifiques, ont vivement attiré l'attention du public : le fait d'obtenir des photographies en un point où l'œil ne perçoit aucune sensation, celui que ces rayons traversent des corps opaques ont paru absolument extraordinaires, en même temps que, l'imagination aidant, on prévoyait de nombreuses et curieuses applications.

Il faut bien le dire, ces propriétés ne sont pas celles qui intéressent réellement les physiciens. Depuis longtemps on sait que les radiations ultraviolettes, qui ne donnent pas de sensations lumineuses, sont susceptibles de produire une action sur les plaques photographiques ou de rendre visibles dans l'obscurité certaines substances fluorescentes, puisque c'est en s'appuyant sur ces propriétés qu'on a pu étudier la partie du spectre plus réfrangible que le violet. On sait de même que l'opacité ou la transparence d'une substance n'ont rien d'absolu et s'appliquent seulement à des radiations déterminées ; que, par exemple, une solution d'iode dans le sulfure de carbone ne laisse point passer les radiations plus réfrangibles que le rouge, est *opaque* pour les radiations dites lumineuses, tandis qu'elle est *transparente* pour les radiations infrà-rouges. A ce double point de vue, le véritable intérêt des rayons Röntgen nous paraît être la constatation de la difficulté que nous éprouvons à distinguer, à apprécier des effets qui ne correspondent pas à une sensation spéciale ou à une modification de l'une de nos sensations, et dont l'existence ne nous est révélée que par des actions indirectes. Dans les expériences faites sur le passage des décharges électriques dans les tubes à vide, des rayons Röntgen ont certainement été produits souvent avant que le professeur de Würtzbourg les ait signalés, de même que des courants électriques avaient circulé dans des conducteurs avant la mémorable découverte de Galvani, sans que les observateurs aient été avertis de l'existence de phénomènes encore inconnus.

Ce n'est pas l'existence de ces propriétés, curieuses cependant, il faut le reconnaître, des rayons Röntgen, ce n'est pas non plus la série des applications qu'on en pourra déduire, qui font l'importance de cette découverte ; cette importance réside dans les propriétés diverses que des recherches suivies ont mises en évidence, et qui n'ont pas permis de rattacher avec certitude les rayons Röntgen aux radiations déjà connues.

Quelle hypothèse peut-on faire sur la nature de ces rayons ? Peut-on admettre que ce sont des radiations analogues aux radiations ultra-violettes, avec lesquelles elles ont plusieurs propriétés communes, et n'en diffèrent que par une plus petite valeur de la longueur d'onde ? Doit-on, au contraire, penser que ces rayons Röntgen correspondent à un phénomène d'une autre nature ? que ce sont des vibrations longitudinales de l'éther ? que ce sont des particules électrisées en mouvement ? que ce sont des rayons cathodiques ?

Nous ne pouvons nous arrêter sur les recherches entreprises à ce sujet, ce serait faire double emploi avec les articles excellents publiés précédemment dans la *Revue*, et nous nous bornerons à signaler que la réflexion des rayons Röntgen n'a pu être mise en évidence avec quelque netteté, que la réfraction a pu être observée, mais à un très faible degré ; que ces rayons n'ont pu donner naissance à des phénomènes d'interférence ; qu'ils déchargent les corps électrisés ; qu'ils ne sont pas déviés dans un champ magnétique, non seulement dans

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 janvier, 29 février, 15 mars 1896. Voir la note 1 de la page 538, 2e colonne.

l'air, comme cela avait été signalé dès l'abord, mais même dans le vide de Crookes [1].

L'ensemble de ces propriétés ne permet pas d'arriver à une assimilation vraisemblable entre la nature des rayons Röntgen et celle des radiations ou des rayons cathodiques. Faut-il les rattacher aux vibrations longitudinales de l'éther suivant les idées théoriques auxquelles a été conduit M. Jaumann? Nous ne voyons pas actuellement la possibilité de décider entre ces diverses hyphothèses.

Si le côté théorique de la question est intéressant au point de vue scientifique, les applications méritent d'appeler l'attention, et, de ce côté, des progrès réels ont été faits: la durée de pose pour l'obtention des photographies, des *radiographies* comme on dit maintenant, a pu être notablement réduite, la netteté des images est plus grande, l'emploi de deux radiographies stéréoscopiques permet, dans une certaine mesure, de substituer à la vue d'une simple silhouette la vision de plans à des profondeurs différentes ; enfin, dans certains cas, on peut supprimer la production d'une image photographique et se borner à utiliser la fluorescence produite sur une plaque recouverte de platino-cyanure de baryum, par exemple. Il nous paraît inutile d'insister sur les applications possibles de ce qu'on a appelé la photographie de l'invisible ; ces applications peuvent certainement être très nombreuses; l'avenir nous apprendra quelles sont celles qui entreront dans le domaine de la pratique courante.

Quelle que soit la nature même des rayons Röntgen, M. Niewenglovsky, M. Charles Henry, puis M. Becquerel ont montré que des rayons, sinon identiques, au moins analogues, sont émis par des corps dont la fluorescence est produite par une action autre que la décharge électrique; M. Niewenglovsky employait du sulfure de calcium ; M Becquerel s'est servi de corps divers donnant des effets plus intenses, tels des sels d'uranium et l'uranium même ; les radiations émises par ces corps après qu'ils ont été soumis à l'action de la lumière solaire traversent certaines matières opaques comme l'aluminium et le cuivre, agissent sur les plaques photographiques et déchargent les corps électrisés, ce qui les rapproche des rayons Röntgen ; mais ces radiations se réfléchissent sur un miroir d'étain, elles se réfractent dans le verre. Certains sels d'uranium sont phosphorescents ; mais les effets produits ne peuvent être attribués à cette phosphorescence : car ce phénomène ne dure qu'une fraction de seconde, tandis que les radiations invisibles ont prolongé leur action pendant plus de quinze jours.

[1] *Revue générale des Sciences*, 15 mars 1896, p. 249.

Ces radiations paraissent être de même nature que les radiations ultra-violettes ; elles diffèrent des rayons Röntgen, au moins en apparence, par leur propriété de se réfléchir. Nous ne savons encore quelles relations existent entre les unes et les autres.

Enfin, dans un ordre d'idées analogues, on peut signaler les résultats indiqués par M. G. Le Bon, qui sont relatés dans un article de M. Raveau publié dans la *Revue* [1]. Ces résultats, que l'auteur a étendus en modifiant les conditions d'expérience, ont donné lieu a une polémique assez vive; ils conduiraient à admettre que les corps chauffés à une température insuffisante pour produire l'incandescence émettraient des radiations (invisibles naturellement, d'où le nom de *lumière noire* que M. Le Bon leur a donné) qui seraient susceptibles de traverser des lames métalliques, de s'y condenser même, et d'agir sur des plaques photographiques. Il y a là des phénomènes singuliers qui demandent à être étudiés plus complètement.

Si, comme cela n'est pas impossible, ainsi que nous l'avons indiqué, les rayons Röntgen sont analogues aux radiations, il semble, par certains de leurs effets au moins, qu'on devrait les assimiler à des radiations ultra-violettes de très courte période, qui, d'après plusieurs théories de la dispersion, devraient avoir un indice d'autant plus voisin de l'unité que la période est plus courte, ce qui serait d'accord avec l'absence de réflexion et avec la réfraction très faible qui ont été signalées. Il en résulterait donc un allongement du spectre dans le sens de la plus faible longueur d'onde, une extension des mouvements vibratoires de l'éther produisant des effets appréciables dans le sens des plus courtes périodes, sans que nous sachions quelle est la limite atteinte dans ce sens, et sans que nous sachions si les durées des vibrations de ces rayons sont du même ordre de grandeur que celles des radiations ultra-violettes que nous connaissons, donnant ainsi un spectre continu, ou si l'ordre de grandeur est notablement différent, ce qui établirait une lacune dans la série des vibrations à courte période.

Une lacune existe à l'autre extrémité du spectre, mais elle tend à se combler. Langley a observé, à l'aide du bolomètre, des radiations dont la longueur d'onde est de 30 μ et, d'autre part, M. Lebedew, dans ses recherches sur les oscillations hertziennes, a pu opérer avec des longueurs d'onde ne dépassant pas 3^{mm}, inférieures par conséquent à celles auxquelles on était parvenu auparavant. Il existe donc entre ces deux genres de mouvement vibratoire, en ad-

[1] *Revue générale des Sciences*, 1896, p. 251.

mettant qu'ils soient de même nature, une lacune importante, mais que peut-être on parviendra à combler; outre l'intérêt qu'il y aurait à établir la continuité à ce point de vue, ce qui justifierait l'identification que l'on admet des ondulations hertziennes et des radiations proprement dites, peut-être ces radiations intercalaires posséderaient-elles des propriétés spéciales dont nous n'avons pas l'idée, et peut-être même est-ce parce que nous ne savons quel effet il convient de chercher à mettre en évidence que les radiations correspondantes sont inconnues, comme auraient été inconnues pendant longtemps les radiations calorifiques infra-rouges si nous n'avions pas eu la sensation spéciale de la chaleur.

II. — Les Ondes électriques.

Les ondes électriques ont continué à être l'objet de recherches nombreuses, étendant le champ de nos connaissances sur cet important sujet.

MM. J. Trowbridge et W. Duane ont cherché à mesurer la vitesse de propagation des ondes électriques. Un vibrateur de Hertz était actionné par un condensateur qui chargeait une forte bobine d'induction; un circuit secondaire était relié par ses extrémités à des plaques placées dans le voisinage de celles du condensateur, et présentait en son milieu une solution de continuité où jaillissaient les étincelles : la forme et les dimensions du vibrateur avaient été choisies de telle sorte que, en photographiant les étincelles, on pouvait utiliser les images pour déterminer la période d'oscillation; à cet effet, un miroir concave, tournant à la vitesse de 70 tours par seconde environ, faisait l'image de l'étincelle sur une plaque sensible sur laquelle apparaissaient des séries de points dont l'écartement permettait d'évaluer la durée des périodes, connaissant la distance de la plaque au miroir. Dans ces conditions, des ondes stationnaires prenaient naissance dans le fil secondaire et il s'y produisait des nœuds et des ventres. Pour étudier ces ondes, on employait le bolomètre de la manière qui a été indiquée par Paalzow et Rubens.

Une série d'expériences faites avec cet appareil donna comme moyenne pour la valeur de la vitesse :

$$2{,}816 \times 10^{10} \text{ centimètres.}$$

Mais les auteurs modifièrent leur appareil en certains points sans changer, en somme, le principe de l'expérience. La moyenne des mesures prises dans cette nouvelle série est de :

$$3{,}003 \times 10^{10} \text{ centimètres.}$$

valeur plus rapprochée de celle qui est admise comme représentant la vitesse de la lumière.

La double réfraction des ondulations hertziennes a été mise en évidence par Righi, puis par Mack, par Lebedew et par Garbasso; observée d'abord dans le bois, elle a été trouvée également dans le soufre, dans le spath, dans le gypse. Pour ce dernier corps, le phénomène a été comparé par M. Righi avec le phénomène optique et ce savant a trouvé des différences, contrairement à ce qui avait été signalé par d'autres auteurs:

D'autre part, avec des cristaux de soufre convenablement taillés et assemblés, M. Lebedew a pu obtenir un nicol qui, s'il ne produisait pas une extinction absolue, donnait au moins un minimum très net. Enfin, une plaque de soufre convenablement taillée forme une lame quart-d'onde permettant de réaliser les expériences de polarisation elliptique et circulaire. Les lames cristallines épaisses ne donnent rien, par suite de l'amortissement trop considérable des vibrations.

Les rayons lumineux qui ont été séparés par la double réfraction à travers un cristal sont polarisés à angle droit. M. Bose a cherché à vérifier s'il se produirait un effet analogue pour les ondulations électriqnes : la disposition générale de l'expérience est très analogue à celle adoptée dans l'étude optique : une bobine est enfermée dans une boîte métallique présentant un tube dans lequel se trouvent les sphères entre lesquelles éclatent les étincelles qui se trouvent sensiblement au foyer d'une lentille, de telle sorte que les rayons électriques sortent à peu près parallèlement. Le polariseur et l'analyseur sont constitués par des grils formés de fils de cuivre placés parallèlement et maintenus entre deux minces lames de mica auxquelles ils sont fixés par de la paraffine. Entre ces deux parties on plaçait le cristal à examiner : les effets étaient appréciés à l'aide d'un galvanomètre apériodique, et l'on avait vérifié à l'avance que lorsque l'analyseur et le polariseur étaient exactement à angle droit, aucune action n'était appréciable, tandis qu'il y avait une déviation notable dès que l'on tournait l'une ou l'autre de ces pièces.

M. Bose vérifia alors que les cristaux qui n'appartiennent pas au système cubique polarisent les rayons électriques de la même façon qu'ils polarisent les rayons lumineux. Il y a là une identité de propriété qui établit une nouvelle analogie entre les ondulations électriques et les radiations lumineuses.

Il est à remarquer que, pour ces expériences, on n'est pas gêné dans quelques cas par l'opacité du cristal, comme cela arrive pour la lumière, parce que tous les cristaux sont transparents pour les ondulations électriques. Signalons encore que M. Bose dut renoncer à l'emploi de machines à influence, parce que, presque toujours, ces ma-

chines se déchargeaient spontanément à cause de l'humidité de l'atmosphère : M. Bose opérait en effet à Calcutta, et les conditions climatériques apportaient des troubles sérieux dans le fonctionnement des machines.

Dans une autre série d'expériences, en faisant usage de la même disposition générale, M. Bose est arrivé à reconnaître que, comme pour la lumière, les diélectriques deviennent biréfringents sous l'influence de tensions moléculaires produites par des dilatations inégales dues à l'action de la chaleur ou par des compressions mécaniques. Ce résultat est également fort intéressant.

M. André Broca a étudié les phénomènes qui se produisent dans un circuit au moment où l'étincelle jaillit : en se servant de tubes à vide excités unipolairement, il a vu que ceux-ci deviennent plus brillants si l'étincelle est nettement disruptive ; ils s'éteignent si l'étincelle devient un arc et redeviennent brillants si l'on souffle l'arc ou si l'on interpose un carton qui puisse être traversé et percé par l'étincelle.

Par une étude à l'électromètre, M. Broca a reconnu qu'il doit y avoir production d'ondulations plus rapides que celles de la bobine excitatrice, se propageant le long des fils de celle-ci.

D'autre part, des fils, réunis aux deux côtés de l'étincelle et formant une sorte d'excitateur de Hertz, sont couverts d'aigrettes serrées au moment où l'étincelle jaillit, aigrettes perpendiculaires au fil et semblant correspondre à des concaméra-tions fixes et presque régulières, dépendant plus de la nature de l'étincelle que de celle du fil. Enfin, un fil placé entre deux étincelles s'illumine d'aigrettes dans presque toute sa longueur, et, tant que les étincelles jaillissent régulièrement, on peut le toucher sans éprouver d'action physiologique pénible.

Ces effets sont dus à la rupture du diélectrique ; mais M. Broca s'est demandé si l'éther ne joue pas également un rôle. En se plaçant dans des conditions convenables, il a pu faire jaillir des étincelles dans un tube à vide de Hittorf : il pourrait donc se produire dans l'éther des ruptures d'équilibre, et les oscillations de retour à l'équilibre seraient dans ce cas d'un autre ordre de rapidité que celles qui seraient émises par un corps matériel rompu. Cette idée, émise à l'état de possibilité par sir William Thomson (lord Kelvin), mérite d'être étudiée et développée.

III. — Mesure de diverses constantes électriques.

Les recherches des électriciens n'ont pas porté seulement sur les phénomènes ondulatoires, et des travaux de divers ordres ont conduit à des résultats intéressants. Parmi ceux-ci, nous signalerons un certain nombre de mesures de diverses constantes ; nous nous bornerons à les mentionner, car, pour la plupart, ces travaux ont déjà été analysés dans la *Revue*.

M. Limb a effectué la mesure directe des forces électromotrices en unités absolues électro-magnétiques [1] par la méthode qui consiste à comparer la force électromotrice inconnue à une force électromotrice d'induction produite par la rotation d'un aimant à travers une bobine longue, tandis que, généralement, cette mesure s'effectue par la détermination d'une intensité et d'une résistance ; nous croyons inutile de rien ajouter à l'appréciation que M. L. Poincaré a fait de cet important mémoire. Nous nous bornerons à indiquer les valeurs suivantes à 0°, en volts absolus, auxquelles M. Limb a été conduit :

Etalon Latimer-Clark.....	1v4535
Etalon Gouy	1v3928
Etalon Daniell, modèle Fleming.	1v0943

D'autre part, MM. James Dewar et J. A. Fleming se sont proposé d'étudier, pour les métaux et les alliages, le pouvoir thermoélectrique à diverses températures, c'est-à-dire les valeurs du coefficient $\frac{dE}{dt}$, dans lequel dE est la force électromotrice qui correspond à une différence de température dt entre les deux soudures. Sans insister sur le détail des expériences, nous dirons qu'elles présentent un haut intérêt, non seulement parce qu'elles ont porté sur un assez grand nombre de métaux et d'alliages, mais surtout parce qu'elles correspondent à une grande étendue de l'échelle thermométrique et principalement à une partie pour laquelle on n'avait aucun renseignement : les mesures avaient lieu principalement, en effet, en maintenant l'une des soudures dans la glace fondante, tandis que l'autre était plongée successivement dans de l'air liquide, dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther, et l'on continuait les mesures jusqu'à la température de l'eau bouillante.

MM. Dewar et Fleming ont pu tracer les courbes indiquant les variations de la force thermoélectro-motrice en fonction de la température pour divers corps comparés au plomb pur. L'étude des coefficients angulaires de ces courbes, qui ne présentent rien de simple ou de général, conduira à la détermination du pouvoir thermo-électrique.

M. Jones a cherché à obvier à l'inconvénient qu'il y a à représenter une unité, l'ohm légal, par

[1] *Revue générale des Sciences*, 1895, p. 1059.

la résistance d'un instrument déterminé, résistance qui peut varier sans que rien avertisse des changements qui auraient pu se produire, et il a cherché à réaliser une disposition qui puisse reproduire avec certitude la valeur de cette unité; il a cherché à effectuer la mesure absolue des résistances, et voici la disposition qu'il a finalement adoptée :

Un disque de bronze phosphoreux tourne avec une vitesse que l'on peut faire varier à l'intérieur d'une bobine ayant le même axe et qui est traversée par un courant. A l'aide de deux brosses, placées l'une au centre et l'autre à la circonférence, on recueille le courant produit par induction et on l'envoie dans un galvanomètre. La bobine reçoit d'une pile le courant qui l'anime, par l'intermédiaire d'un circuit qui a, avec le précédent, une partie commune : les jonctions sont établies de telle sorte que les deux sources de force électromotrice, la pile et le disque tournant, agissent inversement dans le galvanomètre. En général, lorsque l'appareil est en action, un courant résultant traverse celui-ci : donc l'aiguille est déviée. Mais si l'on fait varier la vitesse de rotation du disque, on peut arriver à ramener à 0° l'aiguille du galvanomètre, les actions des deux forces électromotrices s'équilibrant dans celui-ci. On peut démontrer que lorsque cette condition est réalisée, on a les relations suivantes : $R = Mn$, dans laquelle R est la résistance à mesurer qui a été prise pour la partie commune aux deux circuits, n est le nombre de tours du disque par seconde, et M le coefficient d'induction mutuelle du disque et de la bobine, cœfficient qui ne dépend que des dimensions de ces pièces (si l'on prend la perméabilité magnétique du milieu égale à 1) et que l'on peut calculer une fois pour toutes. Nous ne pouvons entrer dans le détail des appareils et des précautions minutieuses qui sont à prendre, et nous nous bornerons à dire que, d'après M. Jones, les résultats qu'il a obtenus sont exacts à plus de 0,0001 près. Il a déterminé à diverses reprises la valeur de l'*ohm international* en *ohm vrai*, et il a trouvé des nombres compris entre 0,999688 et 0,999865. Il conclut de ces recherches que les étalons de l'ohm devraient être supprimés et remplacés par des appareils analogues à ceux dont il s'est servi et qui permettraient de faire de véritables mesures de résistance en unités absolues lorsqu'il serait nécessaire.

Diverses méthodes ont déjà été employées pour déterminer la valeur du rapport v entre les unités électrostatiques et électro-magnétiques. M. Hurmuzescu a fait une nouvelle détermination, en employant une méthode indiquée par Maxwell, mais qu'il a modifiée de manière à la rendre plus précise qu'elle n'était sous sa forme primitive. Elle consiste à réunir, dans un même appareil, un électromètre et un électrodynamomètre et à opposer l'attraction du premier à la répulsion du second, de manière à compenser l'une par l'autre les deux forces. M. Hurmuzescu a adopté la forme cylindrique pour l'électromètre, et a constitué l'électrodynanomètre par une bobine mobile à l'intérieur d'une bobine très longue, et dans un plan perpendiculaire.

L'appareil était constitué par un fléau en aluminium suspendu en son milieu par un fil d'argent : aux deux extrémités se trouvaient les électromètres cylindriques dont les actions réunies formaient un couple tendant à faire tourner le levier; la bobine mobile de l'électrodynanomètre était suspendue au levier au-dessous du fil de torsion. Lorsque le courant était lancé dans l'appareil, il se produisait, en général, une déviation qu'on observait dans une lunette à 3 mètres de distance; on agissait alors sur une résistance introduite dans le circuit, de manière à rétablir l'équilibre entre les deux couples. Connaissant les dimensions exactes des diverses parties et la valeur de la résistance, on peut écrire l'équation qui exprime l'équilibre et de laquelle on déduit la valeur de v.

De la discussion des conditions dans lesquelles il a opéré, M. Hurmuzescu déduit que les résultats qu'il a trouvés sont exacts à moins de 0,001 près. La moyenne des valeurs obtenues dans diverses séries d'expériences est comprise entre

$$3{,}0005 \times 10^{10}$$

et

$$3{,}0020 \times 10^{10}.$$

IV. — Conduction électrique.

Parmi les nombreux travaux qui ont été faits au sujet de la conduction électrique, nous nous bornerons à en signaler quelques-uns en regrettant d'être obligé de nous limiter.

La question de la résistance a été étudiée à des points de vue différents, et quelques résultats paraissent devoir être signalés.

M. Branly a étudié l'influence que présentent les points de jonction des pièces métalliques dans un circuit, en dehors des phénomènes thermo-électriques qui peuvent prendre naissance. Il résulte de ses recherches qu'il y a une résistance de passage entre deux surfaces métalliques, au moins entre certains métaux; cette résistance, qui n'est pas négligeable, varie avec le temps; elle change par des actions mécaniques, comme des chocs, sous l'influence d'étincelles électriques. Il y a là un point sur lequel il serait désirable d'être plus complètement renseigné, car cette résistance devrait intervenir dans les évaluations pour des mesures précises.

La résistance des éléments de piles est également utile dans les mêmes conditions; d'après M. H. S. Carhart, les mesures faites pour un élément déterminé ne pourraient être utilisées d'une manière générale, car cette résistance varierait avec l'intensité du courant. En opérant sur un vieil élément Gassner dont la force électromotrice était de 1,213 volt, il a trouvé que la résistance intérieure variait de 21 ohms à 2,29 ohms lorsque l'intensité du courant croissait de 2,8 à 228,9 milliampères. Il s'agit, on le voit, de variations qui ne sont pas négligeables et dont il y aurait lieu de tenir grand compte s'il était prouvé que le fait est général.

Des faits analogues peuvent être signalés pour les accumulateurs; F. Streintz l'avait déjà indiqué, et Paul Schoop vient d'étudier de nouveau la question : la résistance d'un accumulateur varie pendant la durée de la décharge. Mais cela n'est point étonnant, puisque, par la décharge même, des modifications chimiques se produisent d'une manière très appréciable dans les corps en présence, tandis qu'il ne se produisait rien de semblable dans les expériences de M. Carhart, le courant ne passant que pendant un temps très court lors de chaque mesure.

On sait que pour les métaux bons conducteurs il y a proportionnalité entre les conductibilités pour la chaleur et pour l'électricité, comme Wiedemann et Franz l'avaient indiqué. Il n'en est pas ainsi pour d'autres corps, le bismuth et l'antimoine, non plus que pour le maillechort. La loi est-elle applicable en général? Telle est la question que MM. Van Aubel et Paillot ont étudiée. Ils ont évalué la conductibilité pour la chaleur par la méthode de Wiedemann et Franz et la conductibilité pour l'électricité par celle du pont double de lord Kelvin, et ils ont dans chaque cas comparé les résultats à ceux fournis par le cadmium. En opérant sur des corps à grande résistance électrique, l'étain, le bronze d'aluminium, le constantan et le ferro-nickel, ils ont trouvé qu'il n'y a point proportionnalité entre les conductibilités.

Le bismuth a été l'objet de recherches diverses : MM. Dewar et Fleming, utilisant encore dans ce cas les moyens d'action que fournit l'air liquide, ont étudié la variation de résistance du bismuth entre les températures de l'air liquide et de l'eau bouillante. Lorsque la température s'abaisse depuis ce dernier point, la résistance spécifique diminue d'abord, passe par un minimum, puis, si le bismuth est très pur, croît ensuite; mais, s'il s'agit du bismuth du commerce, toujours impur, cette résistance atteint son maximum vers 200° et décroît ensuite. Le fait est intéressant et peut expliquer des anomalies que MM. Dewar et Fleming avaient rencontrées dans leurs recherches sur la thermo-électricité.

L'existence d'un minimum de résistance entre 0 et — 200 n'a été observée par ces savants pour aucun des autres métaux ou des alliages qu'ils ont examinés.

Ils ont étudié ensuite l'influence du champ magnétique : un barreau de bismuth pur fut placé à la température de 18°, d'abord dans le champ magnétique terrestre, puis transversalement dans le champ produit par un électro-aimant : la résistance passa de 1.361 à 1.434, c'est-à-dire qu'elle varia de 5 °/₀ environ. Les mêmes mesures furent effectuées à la température de l'oxygène liquide, à — 182; et la résistance varia de 1.478 à 1.858, c'est-à-dire de 25 °/₀ de sa valeur. L'influence de l'abaissement de température se manifeste donc d'une manière considérable.

La résistance du bismuth au passage d'un courant oscillant est inférieure à la résistance au passage d'un courant constant, si le métal est hors du champ magnétique ou est parallèle aux lignes de force; la différence croît avec l'intensité du champ. Mais si le bismuth est perpendiculaire au champ, la différence est en sens contraire, croît également avec l'intensité de celui-ci, mais bien plus rapidement. M. Sadowsky a étudié les conditions du phénomène et, de ses recherches, que nous ne pouvons analyser en détail, il a conclu que la résistance du bismuth dans le cas du courant oscillant n'a pas de valeur définie; elle varie avec la phase du courant : il y a là une observation importante. D'autre part, la valeur même de l'intensité i du courant aurait une très grande influence, de telle sorte que la résistance au courant variable varie dans le même sens que $\frac{1}{i}$ et $\frac{di}{dt}$.

M. Lebret a étudié le phénomène de Hall dans le bismuth entre — 74° et + 272°; dans un échantillon il a trouvé un maximum à — 20°, dans un autre le maximum se serait manifesté à une température plus basse.

Jusqu'à présent, l'existence du phénomène de Hall avait été niée pour les liquides; c'était une opinion erronée : M. Bagard, en opérant sur des solutions de sulfate de zinc placées dans un champ magnétique de 300 unités C G S et traversées par des courants de 20 à 40 milli-ampères, a pu observer la déviation des lignes équipotentielles dans le même sens que pour le bismuth : en déterminant le rapport de l'angle de déviation d'une ligne équipotentielle au nombre qui mesure l'intensité du champ, M. Bagard a obtenu des valeurs qui sont de l'ordre de grandeur de celles que M. Leduc a trouvées pour le bismuth.

V. — Applications scientifiques de l'électricité.

A côté des recherches théoriques, il y aurait lieu de parler des applications pratiques de l'électricité ; mais les faits intéressants dans cet ordre d'idées ont été exposés dans la *Revue* au moment où ils étaient une question d'actualité; nous n'avons donc pas à y revenir. Il est cependant quelques points qui intéressent plutôt les chercheurs que les industriels et qui nous paraissent mériter l'attention.

Il est inutile de montrer l'intérêt qui s'attache à l'obtention d'un bon modèle d'accumulateur : on sait que l'inconvénient principal des types ordinairement employés consiste dans les détériorations qui se manifestent trop rapidement sur les plaques qui servent d'électrodes. L'accumulateur à navette, inventé par M. Blot, paraît devoir échapper aux causes qui amènent ces détériorations : imaginons que sur une pièce en plomb antimonié on enroule, comme on fait d'un fil ou d'un ruban sur une navette, une lame de plomb de 2 à 3 centimètres de largeur et ayant subi préalablement un gauffrage, de manière à augmenter la surface du métal, puis que l'on sectionne transversalement cette navette par son milieu : réunissons alors plusieurs demi-navettes de ce genre dans un cadre en plomb antimonié convenablement agencé, et nous aurons constitué une des électrodes de l'accumulateur ; on en placera deux semblables dans un vase, dans lequel on versera de l'eau acidulée, et on *formera* la surface du métal par les procédés indiqués par G. Planté.

Les avantages de ce modèle d'accumulateur consistent dans la très grande surface du métal en contact avec le liquide acidulé, d'une part, et, d'autre part, l'absence des déformations qui accompagnent les actions chimiques de la charge et de la décharge et qui ont pour effet de produire des gondolements, et même la destruction des plaques, tandis que, dans ce modèle, les rubans de plomb fixés seulement à la partie supérieure sont libres de changer de forme, de volume même, sans qu'il se produise en aucun point aucun effort susceptible d'occasionner un déchirement, une rupture. Il y a là une idée fort ingénieuse, et les résultats observés jusqu'à présent semblent montrer que son application conduit à des résultats satisfaisants.

Des améliorations ont été également obtenues dans la construction des appareils de mesure : nous signalerons seulement pour mémoire les ampèremètres et les voltmètres périodiques de MM. Arnoux et Chauvin, qui sont plutôt destinés aux applications industrielles, mais nous nous arrêterons quelque peu aux modifications apportées aux galvanomètres par M. Abraham et par M. Pierre Weiss.

La sensibilité d'un galvanomètre à cadre mobile pour des dimensions données de celui-ci et pour une intensité déterminée du champ magnétique est limitée par ce fait qu'on ne peut diminuer au-dessous d'une certaine limite le diamètre du fil de torsion, et, par suite, la grandeur du couple directeur dû à l'élasticité du fil.

M. H. Abraham a eu l'idée de compenser, dans une certaine mesure, l'action de ce couple directeur par l'action de la pesanteur. A cet effet, à l'aide d'une surcharge convenablement placée, on amène le centre de gravité du système un peu en avant du fil de torsion ; puis, à l'aide de vis calantes, on penche le galvanomètre en arrière. La durée de l'oscillation augmente progressivement et peut, par exemple, devenir dix fois plus grande qu'elle n'était, ce qui centuple la sensibilité. Le système est simple, il peut s'appliquer à des modèles déjà existants ; nous pensons qu'il est appelé à rendre de réels services.

Dans un galvanomètre astatique de Thomson à deux paires de bobines, la sensibilité, telle qu'elle a été définie par MM. Ayrton, Mather et Sumpner, dépend de deux facteurs mesurant l'un la sensibilité du système astatique, l'autre celle des bobines ; le premier de ces facteurs est le rapport entre le moment magnétique de la moitié du système qui se trouve dans une des paires de bobines et le moment d'inertie total du système. Si on néglige l'action de la monture, ce facteur est d'autant plus grand que les aimants sont plus courts, car le moment d'inertie décroît avec la longueur plus rapidement que ne le fait le moment magnétique : dans ce cas simple, il n'y a aucun intérêt à multiplier le nombre des aimants, parce que les deux termes du rapport sont multipliés l'un et l'autre par ce nombre. En réalité, la présence du miroir fait que l'augmentation du nombre des aimants constitue un avantage ; mais la multiplicité de ces aimants, forcément rapprochés, présente un inconvénient résultant de l'action démagnétisante qu'ils exercent sur eux-mêmes et aussi sur les aimants voisins.

M. Pierre Weiss a très ingénieusement tourné la difficulté en constituant le système astatique par deux longues aiguilles verticales, parallèles à l'axe de rotation par conséquent, très rapprochées, et dont les extrémités en regard, placées respectivement au centre des deux paires de bobines, sont de pôles contraires : chacun de ces systèmes de pôles opposés remplace donc un des aimants de l'équipage astatique ordinaire. L'ensemble des deux aiguilles constitue un circuit magnétique

presque fermé, de telle sorte qu'on peut leur donner une aimantation puissante sans crainte de démagnétisation. On peut donc faire décroître la distance et augmenter le rapport du moment magnétique au moment d'inertie.

Grâce à cette disposition, on peut arriver à de très grandes valeurs de la sensibilité. Ajoutons que le circuit magnétique presque fermé assure une grande constance à l'aimantation : après huit mois, dans un modèle construit par M. P. Weiss, la durée de l'oscillation a été trouvée sans modifications. Il y a donc là un ensemble de qualités qui font de ce galvanomètre un instrument précieux.

M. Minchin, dans des recherches sur les radiations des étoiles, a employé une pile photo-électrique qui pourrait sans doute être utilisée dans d'autres circonstances : la lumière incidente tombe sur une mince couche de sélénium déposée sur une lame d'aluminium et immergée dans un vase rempli d'œnanthol : sous l'influence des radiations le liquide se charge négativement et le sélénium positivement [1]. Il ne semble pas que la théorie de cet appareil ait été faite : il n'en est pas moins intéressant, et il y aurait intérêt à essayer de l'utiliser dans un certain nombre de recherches.

VI. — Questions d'optique.

Un intérêt réel s'attache aux faits expérimentaux qui viennent détruire complètement une hypothèse adoptée jusqu'alors, ou qui viennent lui donner une confirmation qui en augmente la probabilité. A ce point de vue, les recherches de M. Cotton méritent d'être signalées tout spécialement, parce qu'elles viennent à l'appui de l'idée émise par Fresnel pour expliquer notamment les phénomènes de la polarisation rotatoire : la décomposition d'un faisceau polarisé rectilignement en deux faisceaux circulaires et de rotation contraire se propageant avec des vitesses différentes. M. Cotton a trouvé des corps actifs absorbant inégalement un rayon circulaire droit et un rayon circulaire gauche, c'est-à-dire se comportant pour ces rayons circulaires comme certains cristaux, qui absorbent inégalement le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire se comportent pour la lumière polarisée rectilignement. Il a reconnu qu'une solution d'un tartrate double de chrome et de potassium jouit de cette propriété ; en regardant à travers une certaine épaisseur de ce liquide deux plages lumineuses identiques donnant l'une de la lumière droite, l'autre de la lumière gauche, on observe des effets différents. Si l'on fait usage de la lumière du sodium, les plages sont d'inégale intensité : elles sont de couleurs différentes si l'on fait usage de lumière blanche ; les effets sont inversés si l'on intercale une lame demi-onde.

Ce n'est pas sous cette forme que le fait de l'absorption inégale a été découvert : M. Cotton est arrivé à cette notion en reconnaissant à l'aide d'un procédé très sensible que, lorsqu'une vibration rectiligne traverse le liquide, elle donne à la sortie une vibration elliptique résultant de l'inégal affaiblissement des deux composantes.

Ajoutons que, en étudiant le pouvoir rotatoire de ces corps, il a observé un fait qui lui paraît général : la dispersion anomale rotatoire des corps inégalement absorbants.

Les propriétés optiques des corps cristallisés ont été étudiées à divers points de vue, et nous pouvons signaler rapidement quelques recherches intéressantes.

M. Carvallo, revenant sur un fait qui avait été indiqué d'une manière incomplète par M. Camichel, a étudié la dépolarisation de la lumière qui traverse une lame d'un cristal biaxe dans une direction voisine de celle des axes optiques, et il en a donné l'explication. Il y a là une propriété qui fausse les expériences faites dans ces directions et qui s'oppose d'une façon absolue à la constatation du pouvoir rotatoire dans les cristaux biaxes.

M. Camichel s'est occupé de l'absorption de la lumière dans les cristaux et a déterminé les coefficients d'absorption à l'aide d'un dispositif nouveau. Parmi les résultats qu'il a obtenus et que nous ne pouvons tous indiquer, nous nous bornerons à citer la conclusion qui se rapporte aux cristaux symétriques ; pour ceux-ci, une seule exponentielle suffit pour représenter l'absorption d'une vibration oblique par rapport aux axes d'élasticité optique, et la théorie de l'ellipsoïde d'absorption représente bien les phénomènes.

M. Brunhes a continué l'étude expérimentale de la réflexion cristalline ; mais nous ne pourrions sans de trop longs détails donner une idée exacte des résultats auxquels il est parvenu. Signalons, d'autre part, un important travail dans lequel il discute quelques conséquences des équations qui régissent les perturbations électro-magnétiques dans un milieu imparfaitement isolant et où il montre, en particulier, que ces équations satisfont à la condition nécessaire et suffisante pour que le milieu soit biréfringent et ne soit que biréfringent. M. Brunhes ne s'est pas borné, d'ailleurs, à des considérations purement théoriques, il a recherché jusqu'à quel point, pour les cristaux absorbants existant effectivement, était légitime l'approximation qu'il avait faite ; il a pu déterminer la condition qui s'énonce ainsi : il suffit que l'épaisseur

[1] Pour les détails de construction, voir *Revue générale des Sciences*, 1895, p. 647.

de cristal à traverser avant que la lumière soit affaiblie au point d'être réduite à $\frac{1}{286,000}$ de son intensité comprenne un grand nombre de longueurs d'onde, un nombre assez grand pour que l'inverse de son carré soit négligeable.

En utilisant des valeurs déterminées par M. Camichel pour des cristaux très absorbants, il a trouvé que cette condition est remplie; que, par suite, aucun procédé expérimental ne permettrait de déceler un écart par rapport aux résultats approchés qu'il a donnés.

Parmi les travaux se rapportant à l'Optique, nous signalerons les recherches de M. Macé de Lépinay sur la détermination du kilogramme. On sait que la définition théorique du kilogramme est donnée en fonction d'un volume et, par conséquent, d'une longueur rattachée au mètre (le poids de 1 décimètre cube d'eau dans des conditions déterminées), tandis que pratiquement le kilogramme est défini par le poids d'un étalon. Il est aisé de concevoir l'intérêt qu'il y a à savoir quelle relation exacte existe entre ce dernier poids et le kilogramme théorique, c'est-à-dire entre ce poids et le mètre, ou mieux encore entre ce poids et une longueur indépendante du mètre-étalon, la longueur d'onde de l'une des raies du cadmium (longueur d'onde à laquelle est rattaché le mètre d'autre part, d'après les expériences de M. Michelson). Par ce côté, cette question se rattache à l'Optique; elle s'y rattache également en ce que les mesures à effectuer comprennent une pesée et l'évaluation d'un volume, et que, pour cette dernière détermination, qui devait être exécutée avec une très grande précision, M. Macé de Lépinay a eu recours à la méthode interférentielle dont nous avons exposé le principe dans une des précédentes revues annuelles de Physique [1]. Nous nous bornerons à indiquer le résultat suivant : avec une approximation de 0,00001, on peut considérer que le kilogramme métrique vaut 0,999.956 kilogramme étalon.

VII. — Éclairage.

On sait combien les sources de lumière que nous employons ont un faible rendement, combien, à ce point de vue, elles sont inférieures aux animaux phosphorescents; aussi, cherche-t-on de toutes parts des procédés qui fournissent à meilleur compte des radiations comprises entre le rouge et le violet.

Les brûleurs Bandsept paraissent réaliser une économie notable dans la consommation du gaz; ce sont des brûleurs à capuchon, comme le bec Auer; seulement, avant d'arriver au point où il doit brûler, le gaz d'éclairage est contraint à se mélanger intimement avec une quantité d'air dont on règle la proportion; ce mélange est obtenu par le passage à travers des troncs de cône imbriqués et des toiles métalliques convenablement placées, de manière à acquérir une homogénéité aussi complète que possible. Il est certain que les résultats sont très satisfaisants, et il semble que le système mérite d'être essayé en grand.

Une source nouvelle de lumière a fait son apparition, comme conséquence de la production, à un prix relativement peu élevé et qui s'abaissera certainement encore, du carbure de calcium. On sait que ce corps jouit de la propriété de se décomposer au contact de l'eau à la température ordinaire, en dégageant un carbure d'hydrogène, l'acétylène, gaz qui brûle avec une belle flamme blanche très éclairante. Des dispositions variées ont été déjà proposées pour utiliser cette flamme pour l'éclairage; tantôt le gaz est produit au fur et à mesure de la combustion dans un appareil qui, automatiquement, règle la production de l'acétylène en proportion du débit et l'arrête complètement lorsque la flamme est éteinte, afin d'éviter les accidents qui pourraient résulter d'une accumulation de gaz dans des appareils de résistance insuffisante; tantôt, le gaz, préparé à l'avance en masse, est recueilli à l'état liquide dans des réservoirs d'où il se dégage à l'état gazeux et, traversant un régulateur de pression, vient sortir par un orifice où on l'enflamme lorsqu'on veut produire de la lumière.

Malgré la beauté de l'éclairage, ce procédé n'est pas encore entré dans la pratique, soit qu'il soit trop coûteux, soit que les appareils ne paraissent pas assez simples, soit plutôt, croyons-nous, pour les deux raisons réunies. Nous sommes dans la période préparatoire, mais nous serions étonnés si, à une époque plus ou moins rapprochée, ce système d'éclairage n'était pas entré dans la pratique, au moins pour certaines conditions spéciales.

En attendant, M. Violle a pensé que l'acétylène pouvait être avantageusement utilisé pour la fabrication d'une lampe étalon. Le gaz doit brûler sous une pression assez forte dans un bec où il s'aère convenablement, et qui l'étale en une large lame mince. La flamme est parfaitement fixe, très éclairante, et son éclat est uniforme sur une assez grande étendue. En plaçant devant la flamme un écran percé d'une ouverture dont on peut faire varier les dimensions entre certaines limites, suivant les besoins, M. Violle a obtenu une source dont la fixité, l'éclat et la blancheur, comparables

[1] Dans la *Revue générale des Sciences* du 30 avril 1894, pages 286 et suiv.

à celles de l'étalon absolu, font un étalon pratique, sûr et d'un emploi très commode.

VIII. — Chaleur.

Il y a, en Physique, parmi les données numériques que peut fournir l'expérience, quelques coefficients dont la connaissance exacte a une importance telle qu'elle justifie la multiplicité des recherches exécutées pour arriver à une détermination de plus en plus exacte; en Électricité, c'est le rapport v de Maxwell; pour la Chaleur, c'est le rapport γ des chaleurs spécifiques des gaz, pour lequel les nombres obtenus présentent encore des divergences notables, malgré l'habileté des expérimentateurs et la variété des méthodes employées.

M. Maneuvrier a repris cette question, en cherchant à éviter les causes d'erreur qui ont été signalées dans les recherches antérieures : la méthode qu'il a employée consiste à mesurer les variations de pression qui se manifestent successivement dans la compression adiabatique d'une certaine masse de gaz, et dans la même compression isotherme. Indépendamment des nombreuses précautions prises pour écarter autant que possible toutes les causes d'erreur, il convient d'insister sur la durée très courte de chacune des expériences, durée qui n'était qu'une petite fraction de seconde : c'est là une condition favorable.

Les valeurs trouvées par M. Maneuvrier, comme résultats de ses expériences, sont, dans les conditions ordinaires de température et de pression : pour l'air, $\gamma = 1,3924$; pour l'acide carbonique, $\gamma = 1,298$; pour l'hydrogène, $\gamma = 1,384$.

La méthode employée par M. Maneuvrier est particulièrement intéressante en ce que, moyennant de légères modifications aux appareils, elle permettrait d'étudier l'influence que peuvent exercer sur la valeur de γ les variations de température et de pression.

M. Amagat, dont nous avons déjà signalé à diverses reprises les importantes recherches sur les gaz, a étudié les variations du rapport γ.

Pour l'acide carbonique, M. Amagat est arrivé aux conclusions suivantes :

Pour une densité donnée, le rapport γ décroît quand la température s'élève; — pour une température donnée (50°), la pression croissant, la valeur de γ croît rapidement et atteint 4,64 vers 100 atmosphères, valeur qui semble voisine d'un maximum; — pour une pression donnée, γ décroît assez rapidement quand la température s'élève.

Ces résultats généraux sont la conséquence de la comparaison des nombreuses données numériques fournies à M. Amagat par ses expériences, et de celles qui ont été obtenues par les recherches de divers auteurs : M. Witkowski, M. Joly, M. Lussana. M. Joly a étudié directement les variations de la chaleur spécifique de l'air aux températures élevées; M. Lussana a mesuré les chaleurs spécifiques des gaz comprimés à pression constante; M. Witkowski a fait de nombreuses expériences sur la chaleur spécifique de l'air dans des conditions de pression et de température [1] qu'il faisait varier entre des limites très éloignées par l'emploi, comme réfrigérant, de l'oxygène liquide.

Nous retrouvons ici encore l'emploi de l'oxygène liquide qui, avec l'air liquide, devient d'un usage fréquent pour l'obtention de très basses températures dans les laboratoires. Grâce à ces moyens de réfrigération, il devient possible d'étudier les propriétés des corps dans une région de l'échelle thermométrique qui, jusqu'à présent, ne pouvait être que difficilement explorée. Il est regrettable que presque tous les travaux exécutés dans cette voie aient été faits à l'Etranger : il y aurait évidemment à nous préoccuper en France d'installer dans nos grands établissements scientifiques les dispositions matérielles qui permettent d'utiliser en grand les nouveaux moyens d'action : les fours électriques et les réfrigérants à air liquide notamment. Malheureusement, l'installation de ces appareils exige des dépenses, et nous constatons avec un profond regret que les pouvoirs publics ne paraissent pas disposés à voter les fonds nécessaires. Il y a là pourtant une question d'une importance capitale, et, quoiqu'il soit quelquefois possible, que cela ait été surtout possible autrefois, de faire d'importantes découvertes avec de modestes installations, la France risque de se laisser dépasser par les autres nations dans cette voie si, par un procédé quelconque, l'outillage scientifique des Écoles, Facultés ou Universités n'est pas maintenu au niveau des progrès qui se manifestent journellement.

Pour faire comprendre l'intérêt qui s'attache à la possibilité d'utiliser l'air liquide d'une manière courante, nous rappellerons les travaux, que nous avons déjà cités, sur les variations du pouvoir thermo-électrique et sur celles de la résistance du bismuth à de basses températures, et nous nous bornerons à indiquer dans le même sens quelques autres recherches exécutées par M. Dewar.

Le fait que l'affinité chimique n'existe pas à de basses températures pouvait conduire à penser que la cohésion devait être au moins affaiblie, sinon complètement supprimée. Des mesures faites sur des métaux et alliages divers ont montré que ces corps ont, au contraire, une plus grande résis-

[1] Voir à ce sujet le remarquable article de M. Mathias sur le Laboratoire cryogène de Leyde, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 avril 1896.

tance à la traction ou à l'écrasement à — 182° qu'à la température ordinaire [1]. La question doit d'ailleurs être complétée par une étude des allongements produits à diverses températures.

L'étude des moments magnétiques d'un aimant porté alternativement à des températures de — 182° et de 15° a montré que chaque refroidissement était accompagné d'une augmentation du moment magnétique, tandis que le réchauffement produisait une diminution. Mais si l'on répète plusieurs fois cette double opération, les variations qui se manifestent pendant le réchauffement s'affaiblissent, et l'aimant arrive à un état stable.

Enfin MM. Liveing et Dewar ont étudié le spectre d'absorption de l'air liquide : il était intéressant de voir si les bandes que M. Janssen a étudiées et dont il a recherché les variations par suite des changements de densité de l'oxygène à la température ordinaire, obéissent à la même loi lorsque la variation de densité est produite par un abaissement de température : le résultat de ces recherches fut que, dans un mélange d'air et d'oxygène liquides, l'absorption varie à peu près comme le carré de la densité de l'oxygène, ainsi que M. Janssen l'a trouvé pour l'oxygène gazeux.

MM. Liveing et Dewar ont également comparé l'absorption par l'air liquide et par l'air solide et ont trouvé de faibles différences seulement.

La première conclusion que nous avons énoncée présente un intérêt général, parce qu'elle s'accorde avec la théorie de la continuité entre l'état liquide et l'état gazeux, et rentre ainsi dans les recherches qui se rattachent à cette question.

La connaissance des états critiques pour les corps, et celle de leurs propriétés dans le voisinage de ces états se sont enrichies de quelques données nouvelles. Par des considérations théoriques et en se basant sur des résultats approximatifs, M. L. Natanson était arrivé à conclure que la température d'ébullition de l'hydrogène devait être de — 244° et la température critique de quelques degrés au-dessus de — 231°, la pression critique étant de 20 atmosphères.

L'hydrogène n'ayant pu être maintenu à l'état critique d'une manière permanente, ces prévisions n'avaient pu être vérifiées. M. Olszewski a réussi depuis à déterminer expérimentalement les constantes critiques de ce corps ; il avait déjà pu évaluer la pression critique ; à cet effet l'hydrogène, étant refroidi à une température supérieure à sa température critique, était soumis à une pression également supérieure à sa pression critique : en produisant une détente lente qui abaisse la température, on aperçoit un léger brouillard qui apparaît ; la pression à cet instant est la pression critique, elle avait été évaluée à 20 atmosphères. M. Olszewski a cherché à déterminer la température correspondante ; il y est arrivé en introduisant dans la masse gazeuse une résistance constituée par un fil fin de platine, résistance qui avait été étalonnée à de basses températures. La moyenne des valeurs obtenues au moment où la pression de l'hydrogène était de 20 atmosphères, et correspondait à la température critique, est de — 234°5 ; en laissant la détente se continuer jusqu'à ce que la pression fût devenue égale à l'atmosphère, la température, qui est alors celle du point d'ébullition de l'hydrogène, a été de — 243°5. Il est à noter que ces nombres sont très voisins de ceux qui avaient été prévus par M. Natanson.

M. Olszewski appliqua, pour la vérifier, cette même méthode à l'oxygène et retrouva les nombres qui avaient été déjà obtenus par d'autres procédés : on peut donc avoir confiance dans cette méthode et dans les résultats numériques fournis par M. Olszewski pour caractériser l'état critique de l'hydrogène.

M. P. Villard a étudié les phénomènes du mirage qui se manifestent dans les tubes de Natterer dans le voisinage du point critique. Il a opéré sur l'éthylène dont la température critique est de 9°, et pour lequel, par conséquent, les observations sont plus faciles à faire que pour l'acide carbonique. Il a constaté, à l'aide de thermomètres placés à l'intérieur du tube, que, à la partie inférieure, la température est toujours plus basse qu'à la partie supérieure. Au-dessous du point critique celle-ci est remplie non de vapeur saturée, mais de vapeur surchauffée ; le liquide n'a donc que peu de vapeur à fournir, et, par suite, le niveau doit peu varier, tant que la température reste inférieure au point critique : à cette température la surface cesse d'être visible parce que la densité varie d'une manière absolument continue. Au contraire, le gaz étant depuis longtemps au-dessus du point critique et bien homogène, la température étant partout la même, il suffit de chauffer même légèrement la partie supérieure du tube pour voir apparaître la zone de transition, quoiqu'il ne puisse y avoir de liquide, mais seulement à cause de la variation de densité qui s'établit et subsiste, variation due à ce fait que l'équilibre thermométrique ne s'établit que fort lentement.

IX. — Acoustique.

Dans la revue annuelle de Physique de 1895, nous faisions allusions à des recherches sur la propagation du son ; ces recherches, dont les premiers

[1] Voir plus loin (pages 581 et 582) l'article de M. E. Demenge, intitulé : « Influence du froid sur les qualités des métaux. »

résultats sont maintenant publiés, avaient été exécutées par MM. Violle et Vautier, qui avaient pu utiliser la conduite destinée au refoulement des eaux d'égout entre Cormeilles et Achères ; cette conduite, rectiligne, a une longueur de 6 kil. et un diamètre de 3 mètres.

Le tuyau était fermé à chaque extrémité par une cloison présentant les ouvertures requises pour recevoir les instruments nécessaires aux expériences. MM. Violle et Vautier n'ont pu encore dépouiller les nombreux tracés résultant de l'enregistrement automatique des phénomènes, mais ils ont pu faire connaître les faits qu'il a été possible de constater à l'aide de l'oreille seule et dont nous allons résumer les principaux.

La *portée* d'un son, c'est-à-dire la distance à laquelle il est encore perceptible, est variable avec la hauteur : le *ré* de 4.450 vibrations doubles cesse d'avoir un caractère musical à 1.800 m., et 200 m. plus loin il n'existe plus, tandis que le son d'une flûte d'orgue de 32 vibrations doubles est encore perceptible après un trajet de 23 kilomètres compliqué de 7 réflexions. Il est à remarquer que, dans les expériences faites à Grenoble où la conduite avait seulement 0^m70 de diamètre, ce dernier son était éteint après un trajet de 6 kilomètres.

D'autre part, les sons émis n'étant pas des sons simples, en général, le caractère musical change après un certain parcours : un son grave étant produit par un gros cuivre à l'une des extrémités de la conduite, et revenant après s'être réfléchi à l'autre extrémité, on entend, au retour, d'abord la note fondamentale, puis un certain nombre d'harmoniques du plus élevé au plus grave se succédant à intervalles courts, mais distincts. Il est à remarquer qu'on peut entendre comme harmonique après un parcours assez grand un son qui ne serait plus perceptible comme son fondamental pour la même distance.

Nous reviendrons ultérieurement sur ces expériences lorsque les auteurs en auront fait connaître tous les résultats.

M. Webster Low a étudié la vitesse du son dans l'air, les gaz et les vapeurs à l'aide d'un tube cylindrique vertical ouvert en haut et contenant de l'eau dont on fait varier le niveau jusqu'à obtenir un renforcement maximum pour un son produit par un diapason vibrant en face de l'orifice supérieur. M. Webster Low a trouvé ainsi des vitesses respectivement de 330 m. 88 — 257 m. 26 et 175 m. 93 pour l'air, l'acide carbonique et la vapeur d'éther : les résultats fournis par l'hydrogène sont moins satisfaisants, sans doute à cause de la faiblesse du renforcement qui se produit alors.

M. Webster Low a fait usage des nombres qu'il a obtenus pour déterminer la valeur du rapport et des chaleurs spécifiques des gaz. Il a trouvé ainsi les valeurs 1,3968 et 1,2914 respectivement pour l'air et l'acide carbonique, valeurs qu'on peut rapprocher de celles indiquées par M. Maneuvrier [1].

La théorie des cordes vibrantes s'est enrichie de deux travaux intéressants : M. Kauffmann, reprenant une méthode photographique employée précédemment par MM. Raps et Menzel [2], a trouvé que les hypothèses faites par Helmholtz dans l'étude de cette question ne sont pas conformes à la réalité ; que, notamment, lorsqu'un marteau frappe une corde, la durée du contact n'est pas négligeable, qu'elle peut être supérieure à celle d'une vibration. Il n'a pu arriver à mettre la théorie complètement d'accord avec les faits observés.

M. Cornu avait observé que, en attaquant avec l'archet, d'une certaine façon, la corde donnant l'*ut* d'un violoncelle, il est possible de lui faire rendre un son plus grave que le son fondamental ; il a cherché l'explication de ce phénomène, et il l'a trouvée dans le mode d'action de l'archet qui, agissant, non sur l'axe de la corde, mais tangentiellement à la surface, donne naissance à une force appliquée à l'axe et à un couple qui communique à la corde un mouvement de rotation qui devient oscillatoire ; il se produit des vibrations tournantes.

M. Cornu a mis ces vibrations en évidence en fixant à plat sur la corde un léger miroir sur lequel on envoie, dans une direction invariable, un rayon de lumière : le rayon réfléchi donne, sur un écran placé à distance, une courbe qui dépend à la fois des déplacements angulaires de l'axe et de la rotation de la corde. La méthode chronophotographique, appliquée à l'enregistrement de cette courbe, permet d'en déduire l'analyse complète, grâce à une série d'artifices ingénieux que nous ne pouvons indiquer.

Signalons, enfin, pour terminer, quelques expériences intéressantes de M. Bouty sur les flammes sensibles ; en étudiant les conditions de la production des phénomènes auxquels elles donnent naissance, M. Bouty est arrivé à en expliquer toutes les circonstances en admettant :

1° Que, dans une flamme prête à ronfler, des portions très petites de mélange inflammable peuvent échapper à la combustion immédiate ;

2° Que la production d'un son facilite l'explosion d'un mélange inflammable, si la période du son est suffisamment voisine de celle du bruit explosif.

---

[1] Voir ci-dessus, p. 577.

[2] Voir la description de cette méthode dans la *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 284.

X. — Essai de notation symbolique en physique.

Le journal anglais *The Electrician* a publié [1] un travail de M. E. E. Fournier d'Albe sur lequel il nous paraît utile d'appeler l'attention, car les propositions qu'il présente nous semblent de nature à contribuer aux progrès de la Physique.

M. Fournier remarque que, dans une expérience de physique, trois éléments essentiels peuvent être distingués :

1° Le corps que l'on soumet à l'expérience ;

2° L'épreuve, l'action ou la condition à laquelle ce corps est exposé ;

3° Le changement ou la réaction qui en résulte.

Il n'y a, en somme, qu'un nombre limité de corps ou plutôt d'espèces de corps sur lesquels on peut expérimenter ; le nombre des épreuves ou actions auxquelles on peut exposer un corps est également limité ; enfin, il en est de même aussi des changements qui se manifestent.

M. Fournier suggère l'idée de représenter ces divers éléments qui interviennent dans les expériences, par des symboles abréviatifs, comme on l'a fait en Chimie ou en Minéralogie par exemple, ou comme, d'une manière plus générale encore, le propose M. Peano pour les Mathématiques, développant et appliquant ainsi une idée de Leibniz. Dès lors, pour représenter une expérience, on placerait à la suite les symboles, simples ou composés qui représenteraient respectivement le corps sur lequel on opère, l'action qui intervient, le changement qui en résulte.

Nous ne pensons pas qu'il soit utile de reproduire actuellement le tableau des symboles proposés par M. Fournier, et nous nous bornerons à donner quelques exemples de formules définissant une expérience.

I. — B représentant un corps quelconque, L une longueur en général et n un nombre, la mesure d'un volume s'exprimerait par BL^2n.

II. — B ayant la même signification que ci-dessus, d indiquant une différence en général, t une température, v un volume, $Bdtdv$ indiquera la dilatation cubique d'un corps sous l'influence d'une variation de température.

III. — L'énergie en général étant indiquée par E, la lettre grecque λ indiquant qu'il s'agit d'une manifestation lumineuse, h représentant une intensité et n un nombre comme ci-dessus, une mesure photométrique serait représentée par $E\lambda hn$.

Nous pensons que ces exemples suffisent pour faire comprendre l'idée de M. Fournier d'Albe.

Il est certain que, au fond, aucune question n'aura réellement progressé par le fait que nous aurons représenté par des symboles plus ou moins complexes les expériences qui s'y rattachent : nous croyons cependant que l'adoption de ce système aurait de sérieux avantages. Il se produirait là sans doute quelque chose d'analogue à ce qui s'est manifesté en Chimie par suite de l'adoption des formules représentant la constitution des corps et les réactions auxquelles ces corps donnent naissance. Ces formules ont rendu incontestablement de grands services, quoique personne ne puisse affirmer qu'elles représentent réellement la constitution des corps ; il ne nous étonnerait point que, en Physique, les formules proposées pussent rendre à chaque chercheur des services analogues, par exemple, en signalant entre diverses expériences des analogies ou des différences qui n'auraient point frappé l'esprit lorsque ces expériences étaient décrites d'une manière concrète.

Il y aurait avantage à un autre point de vue si les symboles employés étaient universellement adoptés : il en résulterait évidemment une simplification dans l'échange des idées. Seulement, il y aurait nécessairement à établir une entente et ce pourrait être le résultat des travaux d'une Commission ou d'un Congrès qui se réunirait dans ce but.

Les conventions qui résulteraient de l'adoption de la proposition de M. Fournier d'Albe, telle qu'elle est présentée actuellement, sont moins complètes que celles adoptées en Chimie, où les symboles ont une signification non seulement qualitative, mais encore quantitative. Il ne semble pas impossible de donner ce même caractère à des symboles se rapportant à des expériences de Physique ; mais il faudrait d'abord que le principe même fût adopté. Nous signalons cette question aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*.

C. M. Gariel.
Professeur de Physique,
à la Faculté de Médecine de Paris
membre de l'Académie de Médecine.

[1] 27 mars 1896. *The classification of physical experiments.*

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

INFLUENCE DU FROID SUR LES QUALITÉS DES MÉTAUX

Chacun sait que, dans les pays froids, le matériel des chemins de fer est sujet à des ruptures fréquentes, qui sont dues à l'accroissement de la fragilité des fers et des aciers sous l'action des basses températures. M. André Le Chatelier a observé que l'influence du froid reste très faible lorsque le métal est soumis à des efforts lents (essais de traction), mais que cette influence devient, au contraire, très considérable en présence de chocs ou d'efforts rapides. Dans ce cas, la fragilité s'accroît et la raideur augmente à mesure que la température baisse. C'est pour cette raison que certains pays, comme la Russie, imposent, pour la réception des rails, des essais de chocs à — 15°, et même au-dessous.

Le Professeur Steiner, de Prague, a présenté un Rapport sur ce sujet à la *Conférence internationale de Zurich*, réunie pour l'unification des méthodes d'essai des matériaux de construction, et sa communication contient une description détaillée de ses propres essais et de ceux de M. Dewar, sur lesquels, en raison de leur nouveauté, nous croyons intéressant d'appeler l'attention des lecteurs de la *Revue* [1].

Les essais de Steiner forment une partie des travaux de la Commission instituée à Prague dans le but de comparer le fer obtenu par fusion au fer obtenu par soudage, et de substituer l'emploi du premier à celui du second dans la construction des ponts.

Les différentes catégories de fer, fer puddlé, fer coulé Martin, fer coulé Thomas furent essayées à la traction et au pliage, à la température ambiante et à des températures froides, qui descendaient jusqu'à — 70°. L'acide carbonique liquéfié servait par son évaporation à la production du froid, et était appliqué sur le barreau d'essai et les extrémités des griffes d'attaches, soit directement, soit par l'intermédiaire de l'éther qu'il refroidissait jusqu'à — 60°. Le tableau I, qui résume les résultats des essais de traction, montre que la limite d'élasticité et la charge de rupture sont augmentées par le refroidissement, alors que l'allongement est diminué ; on voit, de plus, que le froid a une influence à peu près identique sur les fers Martin et Thomas et plus grande sur le fer puddlé.

Les essais de flexion furent effectués dans un ordre analogue avec le même pilon et des hauteurs de chute identiques, ce qui facilitait la comparaison immédiate des résultats. On en conclut que l'influence du froid se fait particulièrement sentir sur les pièces qui présentent un défaut quelconque, quelle que soit l'origine du fer, et que sa fragilité est moindre avec les pièces plus fortement corroyées.

Pour examiner l'aspect de la cassure des éprouvettes, malgré le givre qui les recouvrait immédiatement Steiner jetait les morceaux cassés dans l'alcool absolu ; mais, dans ces conditions, il ne put reconnaître avec certitude si le froid produisait dans le métal une nouvelle répartition moléculaire. Il lui parut, néanmoins, douteux qu'une transformation moléculaire complète ait pu survenir, puisque les pièces, refroidies à — 70° et ramenées ensuite à la température normale, n'étaient pas défavorablement influencées.

M. Dewar expérimenta l'action du froid (— 182°) sur la résistance à la traction et au choc de différents métaux ainsi que sur les propriétés magnétiques des aciers doux et des aciers durs. Comme Steiner, il produisait les basses températures en utilisant les acides liquéfiés. Les essais de traction furent effectués à l'aide d'une balance à levier sur des fils de $2^{mm},5$ de diamètre et de 50 millimètres de longueur, et sur des barreaux coulés de 5 millimètres de diamètre, munis de têtes sphériques. La charge augmentait progressivement avec l'arrivée de l'eau dans un bac suspendu au grand bras de levier de la machine. Les éprouvettes, ainsi que les appareils d'attache, plongeaient dans un vase argenté contenant l'acide liquéfié, et dans lequel on pouvait faire le vide. Le tableau II donne en kilogrammes, par millimètre carré, les résistances moyennes de trois à six expériences pour chaque métal.

On voit que les métaux essayés sous forme de fils augmentent de résistance à la traction avec le froid. L'accroissement de ténacité dépasse 100 °/₀ pour le fer, et n'est que de 26 °/₀ pour l'argent. Après un recuit à + 15°, les éprouvettes refroidies à — 182° ne montrèrent plus aucune différence au point de vue de la résistance à la traction.

Les essais faits sur barreaux pour l'étain, la soudure

Tableau I. — Action du Froid sur les qualités des Fers à la Traction.

MATIÈRE	TEMPÉRATURE D'ESSAI	RÉSISTANCES limite d'élasticité	RÉSISTANCES rupture	ALLONGEMENT DE RUPTURE %	DIMINUTION DE SECTION %
Fer puddlé	+ 18°8	27k1	41k3	18k5	48k9
	— 50	32.8	42.4	15.0	51.0
Fer Martin	+ 25	24.8	40.1	30.5	62.3
	+ 25	26.7	41.2	30.5	64.0
	— 23	26.4	40.7	26.0	61.2
	— 40	27.2	42.2	»	62.6
	— 40	31.8	43.7	17	60.0
Fer Thomas	+ 25	26.2	38.1	30.5	69.4
	+ 25	25.4	37.9	27.0	69.1
	— 50	27.3	40.4	20.0	67.6
	— 50	32.8	40.9	17.0	67.7

[1] D'après *Stahl und Eisen*.

des plombiers, le plomb et le métal Wood, dénotent une augmentation de résistance double, et même triple, sous l'influence du froid. Le mercure atteint à — 182° une ténacité égale à celle de l'antimoine et du bismuth, et moitié moindre que celle du plomb à 15°. Le zinc, le bismuth et l'antimoine, contrairement aux autres métaux, sont affectés par le froid d'une diminution de résistance, qui va jusqu'à 50 %. M. Dewar explique cette particularité en faisant remarquer que, dans ces métaux franchement cristallisés, il se produit des tensions qui peuvent affaiblir la cohésion des surfaces en contact. La mesure des allongements permet de se rendre compte que le plomb et l'étain, identiques à la température ordinaire, ont une ductilité absolument différente à — 182°, puisque, dans ces conditions, le premier se rompt à peu près sans allongement, tandis que le plomb ne perd rien de son allongement.

Tableau II. — Action du Froid sur la résistance de divers métaux à la Traction et au Choc.

TEMPÉRATURES	ESSAIS SUR FILS							ESSAIS SUR BARREAUX							
	acier doux	fer	cuivre	laiton	palladium	or	argent	étain	plomb	zinc	mercure	bismuth	antimoine	soudure	métal Wood
15°.....	39	30	19	29	44	23.5	31	4.5	1.7	0.78	0	1.3	1.35	6.7	3.1
— 182°.....	65	62	28	41	56	32	39	8.7	3.8	0.58	0.69	0.67	0.67	14.4	10.0
Rapport.....	167	206	147	141	127	136	126	193	224	(74)	—	(51)	(50)	215	822

M. Dewar fit des essais au choc en laissant tomber d'une hauteur déterminée, sur une plaque massive de fer, des échantillons en forme de sphères des métaux à étudier. Il put ainsi constater que, dans tous les cas, l'élasticité des métaux était augmentée par le refroidissement.

Enfin, le même expérimentateur étudia les propriétés magnétiques des aciers doux et durs sur de longs segments de fil de 25 à 50 millimètres de diamètre, pris isolément ou simultanément. Les éprouvettes étaient attachées à une pièce de bois avec des crochets en cuivre, et amenées dans le champ d'un magnétomètre. La réfrigération résultait de l'application d'ouate imbibée de gaz liquéfié, et chacune des éprouvettes fut trois à quatre fois de suite successivement refroidie, puis ramenée à la température ambiante. Les résultats de cette étude sont résumés dans le tableau III qui indique le pourcentage des variations du moment magnétique rapportées à celui qui correspond à 15° lorsque l'aimant permanent est soumis au refroidissement à — 182°, puis au rechauffage à + 15°.

Tableau III. — Action du Froid sur les propriétés magnétiques des Aciers.

ORDRE DES ESSAIS	MATIÈRE	SÉRIES D'ESSAIS	VARIATIONS % DU MOMENT MAGNÉTIQUE RÉSULTANT DU refroidissement à — 182°C	VARIATIONS % DU MOMENT MAGNÉTIQUE RÉSULTANT DU réchauffage à + 15°C
1	Acier dur (12mm,7 long 10mm,2 diam.)	a	± 0	— 30
		b	+ 33	— 5
		c	+ 36	± 0
2	Acier doux	a	+ 12	— 28
		b	+ 51	± 0
		c	+ 51	± 0
3	Acier dur (26mm,2 long 10mm,2 diam.)	a	— 24	— 43.4
		b	+ 23	± 0
		c	+ 23	± 0
4	Faisceau de 9 fils d'acier	a	+ 12.5	+ 3
		b	+ 38	— 2
		c	+ 33	± 0
		4 jours plus tard que a	+ 50	± 0

Il faut en conclure que, sous l'action de refroidissements et de rechauffages successifs, la force magnétique dans les différents aimants varie, tout d'abord, d'une façon quelconque, mais qu'en dernier lieu, chaque aimant atteint un état constant, à partir duquel un refroidissement à — 182° entraîne une augmentation de 30 à 50 % du moment magnétique, augmentation qu'un recuit à + 15° fait disparaître de nouveau.

Emile Demenge,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.
Ingénieur civil des Ponts et Chaussées.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Rouché (Eug.), *de l'Académie des Sciences, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, et* **de Comberousse** (Ch.), *Professeur à l'Ecole Centrale et au Conservatoire des Arts et Métiers.* — **Leçons de Géométrie.** *Première partie à l'usage des élèves de la classe de quatrième (moderne)* : **La ligne droite et la Circonférence de cercle.** — *1 vol. in-8° de 173 pages avec 137 figures.* — **Solutions détaillées des Exercices et Problèmes énoncés dans les Leçons de Géométrie.** *Première partie* : **La ligne droite et la Circonférence de cercle.** — *1 vol. in-8° de 168 pages, avec 115 figures.* (*Prix : 2 fr. 75.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris*, 1896.

Les *Leçons de Géométrie* et les *Solutions détaillées des Exercices et Problèmes* énoncés dans ces leçons, que publient actuellement MM. Rouché et de Comberousse, sont absolument conformes aux programmes officiels de l'enseignement secondaire *moderne*. Ce double ouvrage est divisé en quatre parties, destinées respectivement aux élèves des classes de quatrième, de troisième, de seconde et de première (sciences). Chaque partie comprend un volume de leçons et le volume des exercices résolus correspondants.

La première partie, seule parue, concerne la ligne droite et la circonférence de cercle. Elle comprend trente leçons épuisant chacune un sujet déterminé et plus de deux cents exercices et problèmes résolus, soigneusement gradués. Signalons la vingt-deuxième leçon qui, en précédant celle relative à la mesure des angles, vient fort à propos rappeler les notions d'arithmétique concernant la mesure des grandeurs en général; quiconque a enseigné les premiers livres de la géométrie, saura apprécier l'opportunité de ce rappel. Le choix judicieux des exercices et problèmes, la forme pratique qui leur est parfois donnée, si propre à exciter la curiosité de l'élève, la méthode qui préside à l'exposé des solutions, font du volume d'applications l'auxiliaire le plus précieux du volume théorique; il pourra, d'ailleurs, être consulté avec fruit par tous les étudiants en géométrie.

On sait avec quelle faveur ont été accueillies les éditions successives du *Traité de Géométrie élémentaire* de MM. Rouché et de Comberousse, en dépit de certaines innovations, d'abord controversées, finalement adoptées partout. Nul doute que le même accueil ne soit réservé à l'ouvrage actuel, qui se prévaut, en outre, de son importante annexe de problèmes résolus.

G. Floquet.

Henry (Ernest), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées.* — **Formules, barèmes et tableaux pour Ponts sous rails et Ponts-routes à travées métalliques indépendantes.** — *1 vol. grand in-8° de 631 pages avec 267 figures* (*Prix : 20 francs.*) (*Encyclopédie des Travaux publics, dirigée par M. C. Lechalas.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

La nouvelle circulaire ministérielle du 29 août 1891, relative aux calculs des ponts métalliques, impose aux ingénieurs des calculs beaucoup plus complets que ceux auxquels donnait lieu l'ancienne circulaire. Les charges roulantes étaient remplacées, pour les calculs, par des surcharges uniformément réparties, fixées dans un tableau, et ces surcharges restaient les mêmes pour la détermination des efforts dans toutes les sections d'une même poutre.

Dans les calculs que l'on fait actuellement, on détermine exactement, pour toutes les différentes parties d'une poutre, quelle est la surcharge et la position de cette surchage qui engendre les moments fléchissants et les efforts tranchants maximum.

Les recherches que nécessite l'établissement de ces calculs sont longues et souvent nombreuses; aussi est-on conduit à les simplifier et à les faciliter. C'est dans ce but que plusieurs ouvrages ont été publiés. Celui qui nous paraît à la fois le plus complet et le plus pratique, c'est le livre de M. Ernest Henry, Inspecteur général des Ponts et Chaussées. (*Encyclopédie des travaux publics* fondée par M. C. Lechalas, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.) Il se recommande à tous les ingénieurs qui s'occupent des calculs de ponts métalliques, par la forme sous laquelle il est présenté et par le grand nombre de tableaux qu'il renferme. Les nombreux exemples qui y sont traités en rendent l'application très facile dans tous les cas possibles, sans qu'il soit nécesaire pour cela d'étudier complètement l'ouvrage.

La première partie du livre de M. Henry est un exposé des formules de résistance, des procédés de calcul et des lois des variations des moments fléchissants et des efforts tranchants, dans une poutre reposant librement sur deux appuis.

Dans cet exposé, l'auteur traite d'une manière très complète la recherche des moments fléchissants et des efforts tranchants maximum dans les différents cas de surcharge qui peuvent se présenter.

Dans la seconde partie sont groupés les barèmes et les tableaux destinés à servir aux calculs des poutres supportant des voies de fer ou des voies de terre. Les tableaux correspondent aux données de la nouvelle circulaire ministérielle : ils sont établis pour des portées variant de mètre en mètre; ils donnent directement les moments fléchissants et les efforts tranchants dans les différentes parties de la poutre.

Pour les ponts à voie normale, les tableaux vont jusqu'à une portée de 100 mètres, et pour la voie de 100 mètres, ainsi que pour les voies de terre, jusqu'à 75 mètres. Cette seconde partie se termine par une étude complète des pièces de pont transversales.

La troisième partie renferme un grand nombre d'indications pratiques sur le calcul des poutres et sur l'emploi des barèmes et des tableaux; elle se termine par les règlements ministériels relatifs à la construction des ponts métalliques.

Enfin, la quatrième partie, intitulée « Notes justificatives », complète la première pour ce qui est de la partie théorique de l'ouvrage.

L'usage que nous faisons de ce volume dans notre bureau d'études nous a permis d'apprécier les services qu'il est appelé à rendre. Dans les mains de ceux qui ont une connaissance complète de la résistance des matériaux, il procure le grand avantage de leur épargner de longues recherches et de leur donner des tableaux où les calculs se trouvent tout faits. Quant aux agents qui possèdent à un degré moindre les connaissances théoriques de l'ingénieur, il leur permettra, grâce aux tableaux et barèmes, de faire les calculs des ponts métalliques tels qu'ils doivent être établis d'après la nouvelle circulaire ministérielle.

M. l'Inspecteur général Ernest Henry a certainement fait une œuvre utile en publiant ses barèmes et tableaux, qui représentent une somme de travail considérable et qui seront très appréciés par tous ceux qui sont appelés à calculer des ponts métalliques.

Maurice Kœchlin.

2° Sciences physiques.

Tollens (Dr B.), *Professeur à l'Université de Göttingen.* — **Les Hydrates de Carbone.** *Traduit de l'allemand, par M.* Léon Bourgeois, *Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, Assistant au Muséum. — Un fort volume grand in-8° de* XII-771 *pages, avec* 24 *figures dans le texte, élégamment cartonné (Prix :* 25 *francs). Vve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs,* 49, *quai des Grands-Augustins. Paris,* 1896.

Le cercle de nos connaissances en Chimie organique s'élargit de plus en plus et s'étend à tous les groupes, à tous les principes, qu'ils soient formés par synthèse ou qu'ils soient élaborés par la Nature.

Aussi, la tâche des auteurs qui ont entrepris la publication de traités didactiques, voire même de Dictionnaires ou d'Encyclopédies, devient-elle de plus en plus ingrate, car, à peine l'œuvre est-elle terminée, qu'elle ne se trouve plus au courant et qu'on se voit dans l'obligation de la recommencer.

Ces progrès incessants ont naturellement conduit bon nombre de chercheurs à se spécialiser (tout au moins pendant une certaine période de leur vie scientifique) dans un domaine déterminé de la science et à résumer ensuite, à mettre au point, l'ensemble des découvertes qui ont été faites sur la matière qui a fait l'objet de leurs investigations.

C'est ainsi que, depuis quelques années, ont paru de nombreuses monographies sur les matières colorantes, sur les corps gras, sur les groupes pyridique, thiophénique, terpénique, etc...

Les belles recherches de MM. Fischer, Maquenne, Tollens, etc... sur les hydrates de carbone, ont tellement enrichi notre savoir sur le groupe des sucres et des corps voisins, qu'il n'est pas étonnant qu'en Allemagne, deux auteurs différents et également compétents en la matière, aient traité le sujet avec toute l'ampleur qu'il comportait.

En nous donnant la traduction de l'œuvre de M. Tollens, M. Bourgeois a donc rendu un véritable service à tous ceux de nos compatriotes qui s'intéressent à cette question si captivante des Hydrates de carbone.

L'ouvrage comprend deux parties rédigées à des époques différentes. La première, composée en 1888 sous forme d'article pour le Dictionnaire de Ladenburg, puis éditée à part, comprend les hydrates de carbone en C^6 connus à ce jour. Après quelques généralités consacrées aux propriétés et aux réactions générales, à la constitution, à la théorie du carbone asymétrique de MM. Le Bel et Van't Hoff, aux poids moléculaires, aux méthodes de préparation, aux pouvoirs rotatoires, chaleurs de combustion, etc., l'auteur aborde, dans une première section, l'étude des monosaccharides $C^6H^{12}O^6$, puis celle des disaccharides ou saccharoses, $C^{12}H^{22}O^{11}$, des polysaccharides, des substances très voisines des glucoses, de la mannite et isomères, pour terminer par un premier tableau des quantités en milligrammes des différents sucres qui, d'après Soxhlet, correspondent à 1 centimètre cube des dissolutions alcalines des sels métalliques, lorsque les sucres sont en solution à 1 %, etc., et par un second tableau donnant les points de fusion des dérivés phénylhydraziniques des sucres et des substances analogues.

La deuxième section comprend les saccharines et acides dérivés des hydrates de carbone.

Les questions pratiques et industrielles, comme la fabrication du sucre, de l'amidon, leur dosage, ont également été traitées avec beaucoup de développement dans cette première partie de l'ouvrage.

Dans la seconde partie, qui date de 1895, l'auteur généralise le terme hydrate de carbone et l'applique aux *dioses* $C^2H^4O^2$, *trioses* $C^3H^6O^3$, *tétroses* $C^4H^8O^4$, *pentoses* $C^5H^{10}O^5$, etc.

Obligé, par suite des progrès considérables accomplis sur la question depuis 1888, de revenir sur les généralités, M. Tollens résume de nouveau les propriétés de l'ensemble des composés qu'il étudie. Dans le chapitre *Constitution des glucoses*, il expose les théories qui ont cours sur la fonction de ces composés [structures *aldéhydique* et *cétonique* suivant les uns, *aldoses*, *cétoses* (E. Fischer), structures dites *du genre de l'oxyde d'éthylène*, suivant les autres (Colley, Tollens)], et aborde ensuite la configuration des glucoses d'après M. E. Fischer, ainsi que les méthodes de synthèse employées par ce savant.

Dans la suite de l'ouvrage, l'auteur a conservé la même classification en *monosaccharides* (en élargissant ce terme aux dioses, trioses,... octoses, nonoses), *disaccharides*, *polysaccharides*, *alcools des glucoses*, *acides* de diverses natures dérivés des hydrates de carbone.

Un index bibliographique, ne comprenant pas moins de 56 pages, permet au lecteur de se reporter aux sources des mémoires qui ont été résumés.

Tel qu'il est, ce volume ne manquera pas de rendre de grands services à tous ceux qui voudront se rendre compte de l'état actuel de la question des hydrates de carbone.

Qu'il nous soit cependant permis, avant de terminer, d'exprimer un regret. Nous voulons parler de la division en deux parties, l'une datant de 1888, et l'autre de 1895, que le traducteur a voulu conserver à l'ouvrage. Elle se concevait dans l'original, étant données les circonstances dans lesquelles il a été rédigé, mais non dans la traduction.

En refondant le volume, on y aurait introduit plus d'harmonie, on aurait évité des redites et on n'aurait surtout pas exposé le lecteur à voir (page 19), dans un ouvrage édité en 1896, la phrase : « Malgré de « nombreux efforts, on n'a pas encore réussi d'une « manière entièrement certaine à faire la synthèse « d'hydrates de carbone... »

Sans doute, au bas de la page, on recommande au lecteur de se porter au chapitre correspondant de la seconde partie, mais l'effet fâcheux est produit.

Cette légère critique n'enlève rien à la valeur intrinsèque de l'ouvrage qui fait honneur à l'auteur, au traducteur et aussi à l'éditeur, qui y a apporté tous ses soins.

A. Haller.

3° Sciences naturelles.

Zittel (Karl A. von), *Pr à l'Université de Munich.* — **Grundzüge der Palæontologie (Palæozoologie).** — 1 *vol. in-8° de* 971 *p. et* 2048 *fig. (Prix :* 31 *fr.* 25.) *R. Oldenbourg, Munich et Leipzig,* 1896.

L'auteur du classique Traité de paléontologie, dont nous rendions compte ici même il y a un an, a eu l'excellente idée de résumer en un manuel élémentaire formant un volume, les quatre volumes qui constituent dans son grand ouvrage, la paléozoologie. Une très grande partie des clichés de l'ouvrage primitif ont été utilisés dans les éléments, de sorte que ce nouvel ouvrage contient, sous une forme plus condensée, presque tous les matériaux élaborés dans le Traité complet. Ainsi s'explique également le prix peu élevé d'un volume aussi richement illustré et dont l'exécution typographique ne laisse rien à désirer. Le livre élémentaire s'adresse à un public beaucoup moins restreint que le grand traité ; il figurera sur la table de tous les paléontologistes et des géologues, auxquels il servira de *vade mecum* quotidien, et à ce titre c'est un véritable chef-d'œuvre. Il est peut-être moins approprié à l'usage des étudiants, quoique les qualités de clarté et de méthode du Traité s'y retrouvent à chaque page.

E. Haug.

Ramond (G.), *Assistant de Géologie au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.* — **Géologie des Indes anglaises (Stratigraphie et Tectonique).** — 1 *brochure in 8° de* 96 *pages (Extrait de l'Annuaire géologique universel, t. X). Comptoir géologique,* 53, *rue Monsieur-le-Prince. Paris,* 1896.

Daguillon (Aug.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons élémentaires de Botanique.** — 1 *vol. in*-18 *de* 760 *pages, avec* 640 *fig.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Eug. Belin, libraire-éditeur. Paris*, 1896.

Le nouvel enseignement des sciences physiques, chimiques et naturelles qui a été inauguré l'an dernier dans les Facultés des Sciences, et qui est connu sous la dénomination commode de « P. C. N. », présente des caractères intermédiaires entre l'enseignement des lycées, préparatoire au baccalauréat, et celui des Facultés, qui conduit à la licence. C'est, si l'on peut s'exprimer ainsi, un enseignement supérieur élémentaire. C'est là également le trait caractéristique de l'ouvrage de M. Daguillon, et qui est la reproduction de ses leçons. L'auteur semble s'être préoccupé d'éviter que son enseignement ne fût qu'une amplification du cours professé en Philosophie, et il s'étend avec une préférence visible sur les chapitres de son programme qui peuvent présenter pour les élèves l'intérêt de la nouveauté, et, je puis même dire, parfois de l'actualité. Aussitôt après les notions indispensables sur la cellule, il rompt avec la méthode habituelle qui consiste à prendre pour types des végétaux les formes les plus élevées, les Phanérogames, et, s'écartant du plan du programme officiel, il aborde le règne végétal par les formes inférieures. Ce procédé d'exposition nous paraît avoir un double avantage : il fait entrer les élèves de plain pied dans une étude nouvelle pour eux, et il est, de plus, beaucoup plus philosophique : il y a longtemps que l'on n'enseigne plus la Zoologie en considérant l'Homme comme le type ou le modèle du règne animal. Les Cryptogames sont ainsi étudiées, dès le début, dans leur ensemble, et non pas seulement dans les premières leçons, au point de vue de leur mode particulier de reproduction, presque impossible à exposer si la constitution de leur corps n'est pas connue. M. Daguillon ne consacre pas moins de trois leçons aux Bactéries, et ce sont là, certainement, les plus remarquables du volume. On y trouve, exposées sous une forme attrayante, la doctrine de Pasteur et ses applications. L'historique de la question des générations spontanées, les procédés de culture, les fermentations et maladies sont étudiées tour à tour, et la sérothérapie apparaît à la fin comme le couronnement de la doctrine. D'autres chapitres où apparaît le souci de l'auteur de faire une large place aux idées et aux recherches les plus modernes, sont ceux qu'il consacre à l'influence du milieu sur la structure de la plante, à l'assimilation de l'azote, aux phénomènes intimes de la fécondation, etc. Sur ces divers sujets, comme dans bien d'autres parties de ces leçons, M. Daguillon s'étend de préférence sur les travaux des diverses écoles françaises. Il ne s'exposera pas, tout au moins, à s'entendre reprocher que son enseignement manque de patriotisme.

En somme, cet ouvrage pourra rendre des services, non seulement aux étudiants auxquels il s'adresse plus spécialement, mais aussi à ceux qui, débutant dans les sciences naturelles, désirent ne pas aborder immédiatement les traités classiques complets et s'astreignent à acquérir graduellement leur instruction botanique. Il ne nous reste plus qu'à souhaiter que le succès, qui ne fera pas défaut à M. Daguillon, encourage ses collègues à suivre son exemple. Félix Bernard.

Henneguy (L. Félix), *Chargé du Cours d'Embryogénie comparée, au Collège de France.* — **Leçons sur la Cellule. Morphologie et Reproduction.** (*Leçons faites au Collège de France pendant l'hiver* 1893-94, *recueillies par M.* Fabre-Domergue.) — 1 *vol. in*-8° *de* XX-541 *pages avec* 362 *figures noires et en couleurs.* (*Prix* : 25 *francs.*) *G. Carré, éditeur. Paris*, 1896.

M. Henneguy a beau dire, dans son avant-propos, qu'en écrivant ce livre il n'a pas eu la prétention de combler une lacune de la littérature cytologique; la lecture de l'ouvrage donne à constater que le résultat qu'il n'avait pas prétendu obtenir est cependant atteint. Le livre, en effet, par son allure générale, montre qu'il est un vrai traité de cytologie, publié sous forme de leçons. D'ailleurs, M. Henneguy n'était-il pas de ceux qui peuvent le plus avoir la prétention de faire un traité de cytologie, et ne devait-il pas sentir, en tant que cytologiste, que, malgré divers ouvrages, le traité d'O. Hertwig par exemple, les comptes rendus de Flemming dans les *Ergebnisse*, une grosse lacune existait encore, et ne pouvait-il pas, légitimement, avoir le vif désir de la combler?

Les *Leçons sur la Cellule* forment un gros volume de 541 pages, illustré par 362 figures. Il est à la fois très bon et très beau. Les innombrables documents qu'il contient l'enrichissent sans l'encombrer. Les critiques que l'auteur formule à maintes reprises sur les documents qu'il produit, donnent à l'ouvrage une valeur particulière. L'esprit critique est, en effet, très développé dans ce livre. Il se révèle, par exemple, dans le chapitre sur la structure intime du protoplasma, où, après avoir relaté les opinions qui règnent à ce sujet, l'auteur fait la critique des unes et des autres et conclut fort judicieusement, à la suite de Kölliker, qu'étant données les conditions dans lesquelles a été faite l'étude du protoplasma, on doit admettre que ce dernier n'a pas une structure univoque. Il est plus apparent encore dans la dernière leçon sur les questions théoriques relatives à la cellule ; les théories cellulaires y sont critiquées tour à tour, et l'auteur, un de ceux qui, cependant, ont eu le plus de faits à leur disposition pour édifier des théories et qui en ont le moins bâti, déclare n'en vouloir retenir aucune. Les faits personnels et les dessins originaux forment, dans ce livre, un contingent important et en augmentent encore la valeur; M. Henneguy les a puisés dans ses travaux sur l'embryogénie de la truite, sur la division cellulaire indirecte, sur l'atrésie des follicules de de Graaf, ainsi que dans des recherches encore inédites portant sur diverses questions.

L'éditeur, estimant avec raison que le luxe est un attrait pour les publications scientifiques, aussi bien que pour les ouvrages littéraires, a fait de grands sacrifices tant pour l'impression, qui est fort belle, que pour la reproduction des figures, dont un grand nombre ont un air nature tout à fait réussi. L'ouvrage est donc non seulement très bon, mais encore très beau.

Il est regrettable que cette importante publication ne soit pas absolument mise à jour, que nombre de contributions apportées récemment à l'étude de certaines questions n'y figurent pas, bien plus, que quelques questions même, soulevées dans ces derniers temps, n'y soient pas traitées. C'est ainsi que nulle mention n'est faite des travaux récents sur le rôle des centrosomes dans la fécondation; le sort des nucléoles pendant la division cellulaire a fait naître de nouvelles recherches dont les résultats manquent ici, etc. Il y a lieu de regretter que M. Henneguy n'ait pu, pour ces importantes contributions que la science cytologique a reçues dans ces deux dernières années, faire un addendum. L'ouvrage en eût été certainement quelque peu alourdi, quelque peu dénaturé même, puisqu'il est un ensemble de leçons et que cet addendum eût contenu des leçons qui n'auraient pas été faites; mais les gens du métier y auraient gagné.

En résumé, les « Leçons sur la cellule » sont un ouvrage indispensable dans tout laboratoire d'anatomie, d'histologie, de zoologie. D'ailleurs, le nombre des livres vraiment scientifiques du domaine biologique qui paraissent en France, est, hélas ! trop peu considérable, pour qu'on puisse se dispenser de leur donner toute son attention. Le livre de M. Henneguy étant le premier ouvrage français consacré exclusivement à la cytologie, montre que cette science a conquis droit de cité parmi nous. Espérons, avec M. Henneguy, et aussi avec M. Delage, que sa lecture, comme aussi celle du livre de M. Delage, inspirera aux biologistes le goût de la biologie cellulaire trop négligée chez nous.

A. Prenant.

Causard (Marcel), *Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée d'Aix-en-Provence.* — **Recherches sur l'appareil circulatoire des Aranéides.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. in-8° de 112 pages, avec 6 planches. Imprimerie L. Danel, Lille*, 1896.

M. Causard a étudié l'appareil circulatoire des Araignées, à la fois par transparence sur de jeunes individus, comme Claparède, et par injections sur des adultes, comme E. Blanchard et Schneider. Il rectifie et complète les descriptions de ses devanciers au sujet des ligaments qui suspendent le cœur aux parois du corps, du trajet des artères et des sinus veineux.

Dans les différentes familles d'Aranéides, le cœur se simplifie par la perte d'un certain nombre d'orifices latéraux et d'artères latérales : chez les Mygales, il y a quatre paires de *pylocardes*, chez les Araignées ordinaires, trois paires, et, enfin, chez les Dysdéridés, deux paires seulement. L. Cuénot.

4° Sciences médicales.

Bruce (David) A. M. S., *Surgeon-Major.* — **Preliminary Report on the Tsetse Fly-Disease, or Nagana in Zululand.** — 1 *vol. in-8° colombier. Bennett and Davis, Field Street, Durban (Natal)*, 1896.

On sait depuis longtemps que la mouche Tsétsé, si commune dans l'Afrique du Sud, y exerce de tels ravages qu'elle rend impossible, dans une grande partie de ces régions, non seulement la colonisation, mais même l'exploration. Elle s'attaque, en effet, au Cheval, à l'Ane, au Mulet, au Chien, aux Ruminants et à l'Homme. Ses ravages sont surtout bien connus depuis les grands voyages de Livingstone. Mais ce qui, jusqu'à présent, était resté ignoré, c'est le mécanisme de la maladie conférée, maladie qui demeure très bénigne chez l'homme, atteint gravement dans sa vitalité l'espèce bovine, et se montre presque toujours mortelle pour le chien, l'âne, le cheval et le mulet.

Pendant longtemps, on avait supposé qu'il s'agissait d'une intoxication par un venin. Il était bien naturel de penser que la mouche sécrétait, comme beaucoup d'Insectes, d'Arachnides et de Serpents, comme les Scorpions et les Vipères, un poison d'extrême virulence. Cette hypothèse n'avait rien que de très plausible, et il n'est pas étonnant qu'elle ait été, en quelque sorte, universellement acceptée.

Cependant, contre une telle interprétation, doit mettre en garde une particularité dont la signification ne pouvait apparaître avant les grands travaux de Pasteur et de son Ecole. Cette particularité, récemment relevée par M. Bruce, consiste en ceci : la maladie, au lieu de se manifester très peu de temps après la piqûre, ne s'accuse qu'une vingtaine de jours après. Cette circonstance semble indiquer que la piqûre, au lieu d'introduire directement un venin, — car ce venin agirait immédiatement après absorption, — inocule des germes infectieux. Si elle fait pénétrer, dans le sang ou les tissus de la victime, des micro-organismes susceptibles de s'y développer, l'évolution de ces microbes réclame quelque temps pour s'effectuer, et c'est seulement lorsque leur multiplication a acquis une importance suffisante, que les symptômes, dus au virus qu'ils excrètent, commencent à se montrer.

Guidé par cette idée, M. David Bruce, chirurgien-major de l'armée anglaise, chargé par le Gouvernement de Natal d'étudier les ravages de la Tsétsé, s'est livré, l'an dernier, à une série de recherches qui déposent en faveur de la théorie de l'infection. Suivant lui, c'est une maladie parasitaire, médiatement virulente, que provoquerait la Tsétsé. La mouche transporterait l'épidémie d'animal à animal.

La maladie que ses piqûres déterminent porte, dans le Zoulouland, le nom de *nagana*. Elle se révèle par de la fièvre, de sept à vingt jours après l'inoculation. La température s'élève, mais peut, si la victime est le bœuf ou la vache, tomber ensuite, et l'animal guérit. Chez les Solipèdes, fièvre et température ne cessent d'augmenter, et la mort s'ensuit.

M. Bruce a examiné au microscope le sang des malades, et y a trouvé en abondance un infusoire flagellé appartenant au genre *Trypanosoma*, et très voisin du *T. Evanti*, auquel « l' Horse-Surra » est attribué.

Jusqu'à présent l'inoculation du sang infecté, que M. Bruce a surtout pratiquée sur le chien, n'a pas réussi à conférer la maladie. La démonstration correcte de la spécificité du Trypanosome n'est donc pas encore faite.

D'autre part, M. Bruce après avoir fait sucer par des Tsétsés le sang de chiens sains, puis soumis d'autres chiens aux piqûres de ces mouches, a constaté que les animaux en expérience ne prenaient pas la maladie. Il pense que c'est sur les charognes que les Tsétsé, recueillent les Trypanosomes.

Bien que l'étiologie du *nagana* soit, comme on voit, encore incomplète, il semble, cependant, que M. Bruce ait fait faire à la question un pas important.

Ses recherches ont porté aussi sur la thérapeutique. Il a trouvé que l'ingestion d'arsenic tend à faire disparaître du sang les hématozoaires et favorise la guérison. C'est là un résultat qu'apprécieront tous les explorateurs de l'Afrique.

L. O.

Prunier (Léon), *de l'Académie de Médecine, Professeur de Pharmacie chimique à l'Ecole Supérieure de Pharmacie.* — **Les Médicaments chimiques.** 1re *Partie :* **Composés minéraux.** — 1 *vol. gr. in-8° de 624 pages 137 figures. (Prix : 15 fr.) G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

Le livre dont M. Prunier présente aujourd'hui la première partie au public médical est le résumé du Cours de Pharmacie chimique qu'il professe depuis dix ans à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Ce n'est point, à proprement parler, un Traité de Chimie, mais plutôt un résumé de tous les documents qui, à des titres divers, se rapportent à l'étude chimique des médicaments.

La première partie de l'Ouvrage est relative aux métalloïdes, aux métaux et à leurs dérivés. Pour chaque produit, l'auteur expose la préparation et le procédé de purification, s'il y a lieu ; puis il étudie ses propriétés en insistant sur celles qui peuvent servir à le caractériser. Il passe ensuite à l'examen des impuretés provenant soit d'une altération du produit mal ou trop longtemps conservé, soit encore d'une falsification et termine enfin en indiquant les méthodes d'essai permettant de doser le produit principal en ses impuretés.

Ce volume présente un grand intérêt par le soin et la méthode qui ont présidé à sa rédaction, et par les nombreux renseignements qu'il contient relativement aux médicaments nouveaux. Il sera lu avec fruit, non seulement par les étudiants qui préparent leurs examens de Pharmacie ou de Médecine, mais encore par tous ceux qu'intéressent à un titre quelconque les progrès de la Thérapeutique.

H. Gautier.

5° Sciences diverses.

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 548e livraison. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) H. Ladmirault et Cie, 61, rue de Rennes.*

La dernière livraison renferme une très importante étude de M. E. Trouessart sur les *Mammifères*. L'auteur passe successivement en revue tous les caractères distinctifs de cet embranchement du règne animal. Il décrit les espèces actuelles et fossiles et en donne la distribution géographique. Enfin il termine par un essai de classification.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Mai 1896.

M. A. **Müntz** est élu membre dans la Section d'Économie rurale par 38 suffrages contre 15 donnés à M. **Laboulbène**.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Bertrand** a trouvé, dans les œuvres de Maxwell, une seconde démonstration du théorème fondamental de la théorie cinétique des gaz. Il montre que cette démonstration est aussi fausse que la première. — M. O. **Backlund** donne un procédé commode d'intégration de l'équation différentielle du rayon vecteur d'un certain groupe de petites planètes; les calculs sont notablement abrégés. — M. E. **Picard** présente le Tome III de son « Traité d'Analyse ». — M L. **Mirinny** envoie un mémoire intitulé : « Homologue dans l'espace de l'imaginaire *i* ». — M. A. **Aubert** transmet un mémoire relatif à des leviers articulés pour la transmission de la force motrice. — M. J. **Andrade** étudie les divers types de droites de contact des courbes gauches, c'est-à-dire celles qui, liées invariablement au trièdre fondamental de la courbe, sont capables d'engendrer une surface développable. Il arrive à une nouvelle famille de courbes gauches et formule le théorème suivant : Dans une courbe *gauche*, il n'y a jamais, à distance finie, de droite de contact parallèle à la normale principale. — M. P. H. **Schoute** donne la valeur de l'aire des paraboles d'ordre supérieur, en se servant des formules obtenues par Cotes, il y a deux cents ans, pour l'approximation de l'aire d'une courbe quelconque. — M. E. **Jeanmaire** adresse une note sur une horloge astronomique perpétuelle.

2° Sciences physiques. — M. A. **Potier** conteste les résultats de l'expérience précédemment indiquée par M. Marcel Deprez et les conclusions que ce savant a cru devoir en tirer. — M. H. **Becquerel** a observé que, comme ses sels, le métal uranium jouit de la propriété d'émettre des radiations qui impressionnent la plaque sensible au travers des corps opaques et déchargent les corps électrisés; ces phénomènes se montrent d'une façon beaucoup plus intense avec le métal qu'avec les sels. — M. C. **Maltézos** montre que si l'on considère les rayons X comme des radiations hyperultraviolettes, et qu'on leur applique la théorie de la réfraction de Helmholtz, on peut expliquer le fait du différent pouvoir absorbant des corps avec la densité en supposant que l'indice de réfraction n'est pas égal rigoureusement à l'unité, mais que, tout en se trouvant très voisin de cette valeur pour tous les corps, il varie d'un corps à l'autre avec la densité. — M. R. **Demerliac** a appliqué la formule de Clapeyron à la température de fusion de la benzine sous différentes pressions et a vérifié expérimentalement que la formule n'était juste qu'entre 1 et 10 atmosphères. — En réponse à MM. Benoist et Hurmuzescu, M. A. **Righi** soutient que, par la méthode d'opérer qu'il a déjà exposée, il élimine l'action des forces électrostatiques provenant du tube. — M. T. **Argyropoulos** a constaté que les platinocyanures doubles de potassium et de sodium et de potassium et de lithium deviennent, sous l'action des rayons X, plus lumineux que celui de baryum. — M. **Gaston Séguy** présente un nouvel appareil ozoneur, basé sur le principe des machines tubulaires et destiné aux applications industrielles, stérilisantes et thérapeutiques. — M. D. **Tommasi** présente un nouvel électrolyseur. La cathode est constituée par un disque métallique, ne plongeant qu'en partie dans le liquide et animé d'un mouvement de rotation; elle passe entre deux frotteurs qui enlèvent le dépôt métallique au fur et à mesure de sa production et la dépolarisent. Les avantages sont les suivants : 1° La polarisation est totalement supprimée; 2° le métal électrolysé est enlevé dès qu'il se dépose; 3° la densité des diverses couches du liquide est la même par suite de la rotation de la cathode. — M. S **Claparède** décrit le procédé qu'il emploie pour animer d'un mouvement rapide une série d'épreuves photographiques successives. — M. H. **Moissan** a préparé l'uranium métallique par trois méthodes : 1° décomposition par le sodium du fluorure double d'uranium et de sodium; 2° électrolyse de ce même composé; 3° réduction au four électrique de l'oxyde d'uranium par le charbon. L'uranium peut être obtenu cristallisé; le métal pur a des propriétés qui le rapprochent beaucoup du fer. Il se combine plus facilement avec l'oxygène, en poudre fine, il décompose lentement l'eau à froid; son action sur les hydracides est plus énergique. Il possède une affinité puissante pour l'azote. — M. R. **Varet** a déterminé les chaleurs de formation des combinaisons du cyanure de nickel avec les cyanures alcalins et alcalino-terreux. Ces composés, qui ne sont pas dissociables par la dialyse, peuvent être considérés comme engendrés par un acide complexe : l'acide nickélo-cyanhydrique, qui n'existe pas à l'état libre. — M. E. **Dufau**, en soumettant à la haute température de l'arc électrique un mélange de sesquioxyde de chrome et de baryte, a obtenu un tétra-chromite de baryum, $4\,Cr^2O^3.BaO$, bien cristallisé, rayant le quartz, d'une densité de 5,4 et inattaquable par les acides. — M. **Hanriot** a cherché à préparer de nouvelles combinaisons des sucres avec le chloral et ses homologues; il a obtenu le β-galactochloral, quelques-uns de ses dérivés, l'arabinobromal, enfin le lévulochloral. — MM. P. **Cazeneuve** et **Moreau** ont cherché à obtenir quelques urées aromatiques symétriques par le moyen du carbonate de gaïacol; chauffé avec l'aniline, ce corps donne la diphénylurée; avec la para et l'orthotoluidine, il donne une dipara et une diorthotolylurée symétriques. — M. G. **Bertrand** a cherché les rapports qui existent entre la constitution chimique des composés organiques et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase. D'une manière générale, les corps nettement attaquables par la laccase sont ceux qui, appartenant à la série benzénique, possèdent au moins deux des groupements OH ou AzH^2 dans leur noyau, et dans lesquels ces groupements sont situés, les uns par rapport aux autres, soit en position *ortho*, soit surtout en position *para*. — M. **Lindet** donne un procédé de séparation des principaux acides contenus dans les végétaux (acides citrique et malique surtout). Il est basé sur le fait que ces acides donnent, avec la quinine et la cinchonine, des sels présentant dans l'alcool méthylique des différences de solubilité telles qu'il est facile de les séparer. — M. **Stcherbakoff** adresse la description d'une méthode pour définir la position de la surface d'émission des rayons X.

3° Sciences naturelles. — M. Ad. **Chatin** présente quelques aperçus desquels il ressort que l'existence et la symétrie, tant anatomique que morphologique, des systèmes ascendant et descendant des végétaux justifient par des faits et arguments nouveaux la dégradation organique allant des Dicotylédones aux Monocotylédones, de celles-ci aux Acotylédones, des Acotylédones vasculaires aux cellulaires, enfin des cellulaires acrogènes aux cellulaires amphigènes placés tout au bas de l'échelle des végétaux, en même temps qu'ils montrent une dégradation relative chez les espèces

aquatiques et les parasites. — M. **A. Chauveau** admet que la source principale du potentiel consacré à l'exécution des travaux physiologiques de l'organisme est constituée par les hydrates de carbone des tissus et des humeurs. Ces hydrates de carbone se reconstitueraient incessamment aux dépens des autres matériaux de l'organisme : la graisse et les albuminoïdes. En s'appuyant sur les belles recherches de Regnault et Reiset relatives à la respiration des animaux en état de sommeil hibernal, M. Chauveau montre toute la probabilité de son hypothèse. — M. **A. Fenard** donne la description des annexes internes de l'appareil génital femelle des principales familles d'Orthoptères. — M. **Ch. Henry** a cherché à déterminer la relation générale qui relie à l'intensité lumineuse les degrés successifs de la sensation et les lois du contraste simultané des lumières et des teintes. — MM. **P. Viala** et **L. Ravaz** ont étudié le brunissement des boutures de la vigne; il est produit par une bactérie qui se développe dans les vaisseaux à l'état de repos, mais qui n'est pas pathogène sur les vignes en pleine vie active. — M. **Paul Grelot** présente ses recherches sur la nervation carpellaire chez les Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hooker. — M. **E. A. Martel** décrit quelques siphons naturels qu'il a rencontrés dans ses explorations de sources et de rivières souterraines. — M. **Marcellin Boule** étudie une mâchoire de *Caduroothérium* qu'il a trouvée dans les arkoses oligocènes du bassin de Brioude (Haute-Loire). Ce curieux fossile, dont on ne connaissait jusqu'à présent que quelques dents, semble se rapprocher de quelques Mammifères de la Patagonie et établir un trait d'union entre les faunes éocènes de l'Europe et de l'Amérique du Sud. — Le prince **Roland Bonaparte** décrit les procédés de mesure des variations de longueur des glaciers de la région française et donne les résultats obtenus en 1895; les trois quarts des glaciers étudiés étaient en voie de décrue.

Séance du 26 Mai 1896.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse une ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. Müntz dans la Section d'Economie rurale.

1° Sciences mathématiques. — M. **Lœwy** signale les recherches faites par M. **G. Comstock**, à l'Observatoire de Madison, sur l'aberration et la réfraction. A l'aide d'un appareil très ingénieux, M. Comstock a mesuré la constante d'aberration et lui donne la valeur de 20",44, nombre très voisin de celui trouvé par W. Struve et M. Lœvy lui-même. — M. **J. Guillaume** communique ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de 1896. La diminution des groupes de taches et de facules continue; c'est dans l'hémisphère boréal qu'elle est la plus forte. — M. **Boltzmann** fait remarquer à M. J. Bertrand que la première démonstration donnée par Maxwell de son théorème a été reconnue fausse par l'auteur lui-même; mais il existe un grand nombre d'autres démonstrations du même théorème, et si l'une d'elles seulement est bien fondée, le théorème doit être exact. — M. **J. Bertrand** répond qu'il ne peut examiner toutes ces démonstrations. Il a donné les formules qui résolvent le problème de Maxwell; toutes contiennent une fonction arbitraire. C'est une raison suffisante pour rejeter la formule de Maxwell qui n'en contient pas. — M. **Langley** décrit un aérodrome ou machine volante construite sur les principes qu'il a énoncés autrefois au sujet de la possibilité du vol libre mécanique. Cette machine, pesant environ mille fois le poids de l'air qu'elle déplace, est mue par un léger moteur à vapeur; elle n'est soutenue que par l'action de ses hélices et la réaction de l'air sur ses surfaces légèrement courbées. — M. **Graham Bell** décrit deux essais exécutés avec la machine volante de M. Langley; ils ont été des plus satisfaisants. Le vol était aisé et régulier, la vitesse d'environ 10 mètres par seconde. — M. **A. Korkine** considère une équation différentielle :

$$(1) \qquad M(y)\,dx + N(y)\,dy = 0$$

dans laquelle $M(y)$ et $N(y)$ sont deux fonctions entières de y, dont les coefficients sont des fonctions quelconques de x. Il indique alors toutes les équations de forme (1) dont l'intégrale générale se présente sous la forme :

$$y - v_1)^{m_1}(y - v_2)^{m_2} \ldots (y - v_n)^{m_n} = C$$

où $m_1, m_2, \ldots, m_n$ sont des constantes dont aucune n'est égale à zéro, $v_1, v_2, \ldots v_n$ des fonctions de x différentes entre elles, n un entier donné et C une constante arbitraire. — M. **B. Mayor** présente quelques remarques sur les forces de l'espace et les conditions d'équilibre d'une classe de systèmes déformables. Il arrive à la notion du polygone funiculaire d'un système de forces plan, notion analogue à celle de la pyramide funiculaire de M. Maurice Lévy. — M. **L. Lecornu** décrit un nouveau mode de régulation des moteurs qui lui semble supérieur au régulateur à force centrifuge. — M. **H. Léauté** reconnaît les avantages du nouvel appareil de M. Lecornu, mais fait quelques réserves sur son bon fonctionnement dans certaines conditions particulières.

2° Sciences physiques. — M. **Marcel Deprez** répond aux objections que M. Potier a faites à son interprétation du rôle du noyau de fer dans les machines dynamo-électriques. Il soutient que dans son expérience, les lignes de force du champ extérieur au tube de fer traversent celui-ci comme s'il n'était pas magnétique, mais en le traversant, elles le transforment en aimant et créent ainsi un nouveau champ magnétique dont les lignes de force se propagent dans l'espace sans troubler celles du champ primitif et sans en être troublées. — On sait qu'un fil de fer tordu initialement se tord davantage sous l'action magnétisante d'un solénoïde. M. **G. Moreau** a étudié expérimentalement les lois de cette torsion magnétique ; ces lois peuvent se retrouver par une application de la loi de Coulomb au cas étudié. — M. **R. Dongier** répond à une réclamation de priorité de M. G. Friedel. Le principe de sa méthode et de celle de M. Friedel est tiré d'un mémoire de MM. Fizeau et Foucault. L'emploi d'un analyseur à pénombre et d'une lumière incidente circulaire est une particularité du dispositif de M. Dongier et constitue un perfectionnement important. — MM. **Hurion** et **Izarn** ont déterminé la déviation des rayons de Röntgen par un prisme d'aluminium au moyen d'un procédé très sensible; la déviation n'a pas été appréciable. — M. **Gouy** a mesuré la réfraction des rayons X produits dans un tube particulier construit par lui ; il a trouvé une déviation de 2" ; mais la réalité de ces écarts très petits ne peut être tranchée qu'en perfectionnant les expériences. — MM. **Ch. Henry** et **G. Séguy** ont étudié la photométrie du sulfure de zinc phosphorescent excité par les rayons cathodiques dans l'ampoule de Crookes. — M. **F.-M. Raoult** communique ses recherches sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'acide formique. Il a trouvé que la diminution moléculaire de tension de vapeur de l'acide formique employé comme dissolvant est égale à 0,713, c'est-à-dire :

$$\frac{f - f'}{f} \times \frac{M}{P} = 0{,}713.$$

— M. **A. Besson** a fait réagir le gaz iodhydrique sur le chlorure de thiophosphoryle à froid ; la réaction est la suivante :

$$PSCl^3 + 3HI = PI^3 + I^2 + H^2S + 3HCl.$$

En tube scellé, on obtient, à côté de PI^3, un mélange de P^2S^3 et P^2S^5. Avec l'iodure de phosphonium, PH^4I, le chlorure de thiophosphoryle donne, en tube scellé, P^2S^3 et un corps facilement décomposable, qui est peut-être l'iodure de thiophosphoryle. — M. **Maurice**

Delacre, par l'étud des dérivés de la pinacoline, pense qu'il faut donner àece corps non la formule cétonique $(CH^3)^3C.CO.CH^3$, mais la formule symétrique de MM. Friedel et Silva :

$$(CH^3)^2C-\underset{\diagup\ \diagdown}{C(CH^3)^2}\atop O$$

M. **P. Cazeneuve** donne un nouveau mode de préparation de l'acide glycérique, qui consiste à faire agir à chaud la soude et le chlorure d'argent sur la glycérine:

$$C^3H^8O^3+4AgCl+4NaOH=C^3H^6O^4+4Ag+4NaCl+3H^2O.$$

Il ne se forme pas de composés aldéhydiques. — En faisant réagir le chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques en présence de chlorure d'aluminium, suivant le procédé indiqué dans une précédente note, M. **L. Bouveault** a obtenu un grand nombre d'acides glyoxyliques substitués par des radicaux aromatiques. — M. **Guinchant**, en modifiant légèrement le procédé de M. Haller qui consiste à faire réagir un chlorure d'acide sur un mélange de cyanacétate alcoolique et d'alcoolate de sodium, a obtenu une nouvelle série de dérivés, les éthers acétylbicyanacétiques, auxquels il attribue la formule:

$$CAz-\underset{CO^2R}{CH}-\underset{CH^3}{C(OH)}-\underset{CO^2R}{CH}-CAz$$

— M. **G. Bertrand** établit que le noircissement rapide, au contact de l'air, du suc de racines de betterave est dû à l'oxydation de la tyrosine sous l'influence d'un ferment soluble, la tyrosinase, très instable et différent de la laccase.

3° Sciences naturelles. — M. **Chauveau**, étudiant la source et la nature du potentiel directement utilisé dans le travail musculaire chez l'homme en état d'abstinence, arrive aux conclusions suivantes: 1° D'après les renseignements fournis par les échanges respiratoires, la graisse ne constitue jamais le potentiel directement utilisé par les muscles en travail, chez l'homme en état d'abstinence. 2° C'est sous forme d'hydrates de carbone que ce potentiel énergétique est fourni à l'activité musculaire. 3° Le travail des muscles tend à épuiser les réserves de glycogène et de glycose où ce potentiel est accumulé. Mais ces réserves, malgré l'abstinence, tendent à se reconstituer à mesure de leur consommation. Le quotient des échanges respiratoires montre que cette reconstitution a lieu surtout par transformation des graisses, dont l'utilisation comme potentiel énergétique consacré à la contraction musculaire, se trouve être de cette façon tout à fait indirecte. — MM. **A. Chauveau, Tissot et de Varigny** démontrent que les principes gras introduits dans l'organisme par le tube digestif et en voie d'assimilation ne participent pas, en quoi que ce soit, d'une manière directe, à l'exécution du travail musculaire. — MM. **A. Hébert** et **G. Truffaut** étudient la culture des cyclamens de Perse et montrent que les méthodes habituellement employées dans la grande culture ne conviennent plus toujours quand il s'agit de la production des fleurs. Si la distribution de matières fertilisantes détermine bien toujours une production abondante de matières végétales, cette production porte, dans le cas étudié, sur les feuilles et non sur les fleurs, ce qui est contraire aux intérêts de l'horticulteur. — M. **A. Amaudrut** communique ses observations sur les poches buccales et les poches œsophagiennes des Prosobranches. — M. **C. Sauvageau** étudie la distribution des Algues dans le golfe de Gascogne; il conclut que la flore algologique du nord de l'Espagne appartient à la même région naturelle que celle de Bretagne. La Corogne constitue la limite septentrionale de la flore hispano-canarienne. — M. **V. Paquier** établit que les Caprotininées ont apparu dès l'Urgonien (Barrémien supérieur ou Aptien inférieur) ; elles y possèdent des caratères assez primitifs et leurs affinités les plus nettes sont avec les *Sellœa* de Sicile. — M. **B. Renault** communique les résultats suivants: 1° Les bactéries existent sur les végétaux en décomposition du terrain dévonien; 2° Ce sont les plus anciennes que l'on connaisse; 3° Le *Micrococcus devonicus* A est la cause de l'absence de ponctuations dans le genre *Aporoxylon* d'Unger; 4° Le *Micrococcus devonicus* B détruisait les membranes moyennes. — M. **Th. Guilloz** décrit l'appareil qu'il emploie pour la photographie de la rétine et présente quelques-unes des épreuves qu'il a obtenues. — MM. **E. Gley** et **V. Pachon** communiquent une nouvelle série de recherches, montrant que tout moyen qui diminue ou suspend l'activité hépatique entrave l'action anticoagulante de la peptone. — M. **Nicolas de Bykov** adresse une note relative à un moyen de guérison du choléra. — M. **Letheule** adresse une note ayant pour titre : Durée de la révolution du sang. L. Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Juin 1896.

M. le Président annonce le décès de M. **Stoltz**, associé national. — L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la VIe division (Physique et Chimie médicales, Pharmacie). MM. **Bunge** (de Bâle) et **Schmiedeberg** (de Strasbourg) sont élus. — M. **Charpentier** analyse un mémoire du Dr **Robert** (de Pau) relatif à un cas d'éclampsie puerpérale, survenu au septième mois de la grossesse, avec accouchement forcé par la dilatation manuelle progressive, le col ayant toute sa longueur et n'étant nullement dilaté; la malade guérit. M. Charpentier croit que l'accouchement forcé ne doit être pratiqué que dans certains cas tout à fait exceptionnels et par des accoucheurs prudents et expérimentés. — M. **E. Nicaise** a étudié l'emphysème sous-cutané qui se produit souvent à la base du cou pendant les accouchements difficiles. D'après lui, cet emphysème est dû à la rupture de la trachée distendue ou d'un point faible des grosses bronches. Cette complication présente le plus souvent peu de gravité; lorsqu'elle se produit, il faut terminer l'accouchement le plus tôt possible, ou faire cesser la douleur et les cris par l'administration du chloroforme. — M. **Chantemesse** envoie un mémoire sur les huîtres et la fièvre typhoïde. Il cite des accidents et un cas de mort par la fièvre typhoïde dûs à l'ingestion d'huîtres crues ayant été contaminées par des eaux souillées. En outre, il prouve expérimentalement que des huîtres quelconques, ayant été placées dans de l'eau de mer souillée intentionnellement de déjections typhiques, renferment ensuite le bacille typhique. La plupart des parcs à huîtres étant situés près de l'embouchure de rivières ou de canaux charriant des déjections de toute sorte, il serait nécessaire de prendre des mesures de surveillance pour assurer l'innocuité des huîtres qui y sont conservées.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Mai 1896.

M. **Gley** confirme l'influence du foie sur l'action anticoagulante exercée par les peptones sur le sang. — M. **Contejean** admet aussi l'influence prépondérante du foie, mais pense que d'autres organes, comme l'intestin, agissent dans le même sens. — M. **Lapicque** croit que le chlorure de sodium n'est pas indispensable à la vie, certains peuples sauvages n'en faisant pas usage et consommant des sels de potasse. — M. **Sanson** fait remarquer que les herbivores, absorbant beaucoup de sels de potasse, sont cependant friands de sel marin; en outre, quand les herbages sont de mauvaise qualité, il est indispensable d'y ajouter du sel marin. — M. **Contejean** ajoute que les chevaux qui n'absorbent que des sels de potasse ne peuvent vivre si on ne leur donne du sel marin. — M. **Féré** montre un coq qui présente une rotation du cou et un renversement de la tête avec secousses con-

vulsives. — M. **Girard** (de Toulouse) envoie une note sur la fermentation de l'acide urique par des bactéries. — M. **Malassez** envoie une note sur les prétendus liquides conservateurs des globules sanguins.

Séance du 30 Mai 1896.

MM. **Gley** et **Camus** ont montré que l'élévation de la pression artérielle était sans influence sur l'action anticoagulante de la peptone. — M. **Langlois** a observé le même fait. — MM. **François-Frank** et **Hallion** ont étudié l'innervation vaso-motrice du pancréas et du foie à l'aide de l'exploration volumétrique de l'organe. — M. **P. Carnot** a constaté, dans la salive, la présence d'un ferment d'oxydation, secrété par les glandes salivaires et les glandules de la muqueuse buccale. — M. **H. Claude**, ayant injecté des cultures filtrées de streptocoques et de staphylocoques à des cobayes, a observé l'apparition de myélites à évolution rapide. — M. **E. Berger** décrit les phénomènes caractéristiques de l'anesthésie, dans les affections oculaires, au moyen d'un nouveau composé, l'eucaïne, qui se rapproche de la cocaïne. — M. **J.-B. Charcot** rapporte l'observation d'un cas de signe de Romberg, apparu subitement chez un individu atteint d'ataxie locomotrice et d'amaurose tabétique, et disparaissant progressivement. — M. **Hallé** décrit les transformations de l'épithélium des voies urinaires dans les cas d'inflammation. — M. **Petit** envoie une note sur l'hypertrophie des capsules surrénales après injection de toxines tétaniques et dipthériques.

M. **Hallion** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 6 Juin 1896.

M. **Gley** a constaté que l'addition de peptone retardait la coagulation du lait par la présure. — M. **Dastre** a trouvé que le sang rendu incoagulable par la peptone renferme cependant tous les éléments nécessaires à la coagulation; pour lui, la non-coagulation ne serait qu'une question d'équilibre des substances salines. — Au contraire, d'après M. **Malassez**, les globules blancs et les globulins qui en dérivent seraient les facteurs de la coagulation. — M. **P. Delbet** a recherché expérimentalement l'action du lavage du sang; il relève la pression artérielle et augmente le débit de l'urine, mais n'a pas d'action sur les infections en elles-mêmes. — D'après M. **Dastre**, le lavage du sang agit surtout en facilitant l'élimination par le rein des poisons microbiens. — M. **Melnikoff** envoie diverses pièces anatomiques préparées par un nouveau procédé; elles sont fixées par la formaline et conservées dans l'acétate de potasse, auquel on peut ajouter de la gélatine. — M. **Verdin** envoie un nouveau dynamomètre, facilement transformable en dynamographe.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Mai 1896.

M. **Bertrand** a reconnu qu'il existe entre la constitution chimique des composés organiques et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase les mêmes rapports que ceux qu'ont observé MM. A. et L. Lumière, relativement au pouvoir développateur des corps organiques en photographie. Les corps que la laccase peut oxyder appartiennent à la série aromatique et ont subi au moins deux substitutions hydroxylées ou amidées dans le noyau. L'oxydabilité, très rapide si les groupements fonctionnels sont en position para, marche encore bien pour des groupements en position ortho, mais devient nulle pour la position méta. M. Bertrand, en étudiant le noircissement de divers sucs végétaux, a reconnu que ce phénomène est dû à l'oxydation de la tyrosine de ces sucs sous l'influence d'un nouveau ferment oxydant, la tyrosinase. Les racines de betterave, de dahlia, beaucoup de champignons, les russules notamment, renferment ce nouveau ferment. Ce composé qui vient prendre place à côté de la laccase dans la série des ferments oxydants est beaucoup plus altérable que celle-ci par la chaleur ou les réactifs; de plus, son action sur la tyrosine le différencie nettement de la laccase, inactive dans ces conditions. — M. **Grimaux** a essayé de transformer l'anéthol en estragol. Il a reconnu l'inexactitude de l'expérience de Cahours relative à la fixation de l'acide chlorhydrique sur l'anéthol. Il se forme un composé dimère de l'anéthol que l'on obtient aussi par l'action de la chaleur seule. — M. Béhal a présenté deux notes de M. **Prud'homme** sur les parafuchsines benzylées dans un ou deux noyaux phényliques, et M. A. Combes une note de M. **Collet** sur l'action du chlorure de propionyle bromé sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium.

Séance du 22 Mai 1896.

M. **Thomas** a obtenu l'oxybromure de bismuth BiOBr et l'oxyde Bi^2O^3 par l'action du peroxyde d'azote sur le tribromure et le triiodure de bismuth. Il n'a pas obtenu l'oxyiodure BiOI, car celui-ci est attaqué à froid par le peroxyde d'azote et transformé en oxyde. L'action de l'air sur les tribromure et iodure de bismuth est analogue; on obtient alors les oxybromure et oxyiodure BiOBr et BiOI; mais, à chaud, l'oxyiodure est converti en oxyde. Avec le bichlorure de bismuth, le peroxyde d'azote donne aussi l'oxychlorure BiOCl. — M. **Délepine**, en chauffant en tube scellé le trioxyméthylène et l'eau, a obtenu de l'acide carbonique, de l'acide formique et de l'alcool méthylique. Il croit que la formation d'alcool méthylique n'est pas accompagnée nécessairement de la formation d'acide formique; elle peut s'expliquer par la formule :

$$3CH^2O + H^2O = CO^2 + 2CH^4O.$$

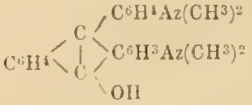
— M. **Moreigne** a extrait de la plupart des Crucifères un nouveau principe qu'il désigne sous le nom de raphanol. Ce corps répond à la formule $C^{29}H^{58}O^4$. Il fond à 62°, est volatil avec la valeur d'eau, insoluble dans les alcalis, à froid; il se dissout à chaud et l'on obtient le corps primitif par l'action des acides sur la solution alcaline. Ce corps donne de plus un composé acétylé. Il se conduit comme une lactone alcool. — M. **Prud'homme** a étudié l'oxydation des fuchsines par le bioxyde de plomb et l'acide acétique. Avec quatre molécules d'oxydant le vert malachite, le vert Helvétie, le violet hexaméthylé donnent de nouveaux colorants; on arrive à obtenir de la benzidine alcoylée avec huit molécules d'oxydant. La fuchsine, en présence de six molécules d'oxydant, donne de la benzidine et d'autres produits.

E. Charon.

Section de Nancy

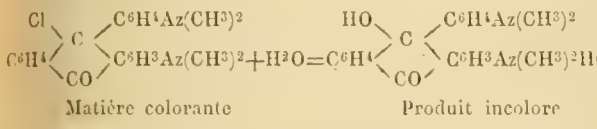
Séance du 20 Mai 1896.

MM. **A. Haller** et **Guyot**, en faisant agir l'oxychlorure de phosphore sur l'acide tétraméthyl-diamidotriphénylméthane ortho-carbonique en solution dans la diméthylaniline, ont obtenu l'anthranol correspondant :



Ce composé se dépose de ses solutions dans le toluène bouillant en gros feuillets renfermant une demi-molécule de toluène de cristallisation. Cet anthranol qui n'est pas soluble, même à chaud, dans les alcalis, forme avec les acides des sels bien cristallisés. Chauffé vers 200°, il devient fortement phosphorescent, sans doute à la suite d'une légère oxydation. Il diffère dans toutes ses propriétés de la leucobase du vert phtalique décrite par Fischer (*Annalen* t. 206 C. 1108) et que ce savant considère également comme du tétraméthyldiamidophénylanthranol. Une solution aqueuse du chlorhydrate additionnée de perchlorure de fer se colore

instantanément en un bleu très intense et très pur, par suite de la formation d'oxanthranol; mais le bleu ainsi obtenu disparaît lentement à froid et très rapidement à chaud. Les auteurs se proposent d'étudier plus complètement le mécanisme de cette décoloration, qui semble due à une simple hydrolyse, dans le sens de l'équation :



Matière colorante — Produit incolore

M. **Muller** a étudié par le procédé cryoscopique les mélanges de soude et de potasse avec les anhydrides arsénieux et borique. Il conclut des abaissements obtenus qu'il est impossible d'attribuer aux métaarsénites et aux métaborates alcalins en solution aqueuse les formules doubles proposées par Walden [1] et déduites de la conductibilité. L'accroissement anormal de la conductibilité doit être attribué à l'*hydrolyse* et les formules des métaarsénites et des métaborates sont simples : $Na\,As\,O^2$, $Na\,BO^2$. Il se propose de vérifier ces formules au moyen de la conductibilité en essayant de supprimer l'hydrolyse. — M. **Guntz** a étudié l'action du lithium sur les carbures d'hydrogène. Au rouge, l'action du lithium sur l'acétylène est lente; il y a formation de carbure et d'hydrure de lithium, environ $\frac{1}{20}$ de ce dernier dans les conditions de l'expérience, et dépôt de charbon. Les proportions de ces composés varient avec la température de l'expérience. Avec l'éthylène, l'absorption du gaz est très rapide au rouge, elle est intégrale et se passe en très grande partie suivant l'équation :

$$C^2H^4 + 6\,Li = C^2Li^2 + 4\,LiH.$$

Avec le méthane, dans les mêmes conditions, l'absorption est également très rapide, mais ne semble pas complète; il n'y a pas trace de carbure $C^2\,Li^2$ formé, car au contact de l'eau il n'y a pas formation d'acétylène et le gaz dégagé est de l'hydrogène pur. M. Guntz compte rechercher sous quelle forme le carbone du méthane se trouve. — M. **Klobb**, poursuivant ses recherches sur l'éther phénacylcyanacétique, a étudié l'action des alcalis sur les dérivés de substitution méthylés, éthylés, etc., de ce dernier :

$$C^6H^5—CO—CH^2—C(C^nH^{2n+1})\begin{cases}CAz\\CO^2C^nH^{2n+1}\end{cases}$$

La potasse agit différemment selon qu'on opère à froid ou à chaud. A froid, et en présence de 1 molécule de potasse, il y a simplement saponification de la fonction éther; mettant à profit cette réaction, l'auteur a préparé les acides :

$$C^6H^5—CO—CH^2—C(CH^3)\begin{cases}CAz\\CO^2H\end{cases}$$ fondant à 172°

Méthylphénacylcyanacétique

$$C^6H^5—CO—CH^2—C(C^2H^5)\begin{cases}CAz\\CO^2H\end{cases}$$ fondant à 193°

Ethylphénacylcyanacétique

$$C^6H^5—CO—CH^2—C(C^3H^7)\begin{cases}CAz\\CO^2H\end{cases}$$ fondant à 188°-189°

n-propylphénacylcyanacétique

$$C^6H^5—CO—CH^2—C(C^7H^7)\begin{cases}CAz\\CO^2H\end{cases}$$ fondant à 178°

Benzylphénacylcyanacétique

[1] *Zeitschrift fur physikalische Chemie* t. I, p. 529, t. II, p. 49.

Si, au contraire, on fait bouillir avec un excès d'alcali, la molécule se scinde, et il se dégage de l'ammoniaque : on obtient dans ce cas de nouveaux acides non azotés dont l'auteur s'occupe actuellement. — MM. **Meslans** et **Girardet** continuent l'étude des fluorures d'acides préparés par le procédé général indiqué par M. Meslans. Ils ont préparé successivement par ce procédé les fluorures de butyryle normal et d'isovaléryle. Le premier de ces corps est un liquide assez stable, bouillant à 65°, dont la densité à 12° est 0,9450. Il présente les propriétés générales des corps analogues. Le second est plus stable encore que le précédent. Il bout à 82°, sa densité est de 0,9170 à 13°; il exhale, de plus, une forte odeur de valériane et ne se détruit que très lentement. — M. **Guinchant** signale la formation de nouveaux dérivés des éthers cyanacétiques, obtenus en versant un éther cyanacétique sodé au sein de l'éther anhydre, dans le chlorure d'acétyle en quantité équimoléculaire. La molécule de ces corps est la somme d'une molécule d'éther cyanacétique et d'éther acétylcyanacétique ; on peut les appeler *éthers acétylbicyanacétiques*.

L'acétylbicyanacétate de méthyle. $C^{10}H^{12}O^5Az^2$ fond à 101°
L'acétylbicyanacétate d'éthyle.... $C^{12}H^{16}O^5Az^2$ fonc à 83°

Ce sont des corps bien cristallisés, présentant une fonction acide très faible ; ils possèdent la propriété caractéristique déjà commune aux tricétones et aux éthers isonitrosés de donner une coloration jaune intense en présence d'une trace d'alcali. Différentes considérations conduisent M. Guinchant à attribuer à ces corps la constitution représentée par la formule :

$$\begin{matrix}CAz\\CO^2R\end{matrix}\!\!>CH—\underset{\underset{CH^3}{|}}{C(OH)}—CH<\!\!\begin{matrix}CAz\\CO^2R\end{matrix}$$

A. Haller.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J. Norman Lockyer, F. R. S. : **Sur les nouveaux gaz obtenus de l'uraninite.** (6e *note*). — Dans mes précédentes communications[1], j'ai montré que la distribution générale et l'intensité des lignes du spectre des gaz de la bröggérite concordent tellement avec celles de quelques « lignes inconnues » de la chromosphère solaire et des étoiles qu'on peut les identifier à coup sûr; je désire montrer ici combien mes recherches détaillées sur les longueurs d'onde de ces lignes contribuent à renforcer cette conclusion. — *Ligne jaune* $\lambda = 5875,9$. Ayant reçu du Pr Ramsay une petite quantité de gaz obtenu de la clévéite, je fis avec M. Fowler une détermination provisoire de la longueur d'onde de la ligne jaune, par comparaison micrométrique avec les lignes D du sodium ; le résultat fut 5875,07 au réseau de Rowland. J'en conclus que cette ligne se rapprochait de la ligne chromosphérique D_3, dont la longueur d'onde, d'après Rowland, est de 5875,98. Le tube ayant été trop noirci par la décharge pour servir de nouveau, je préparais moi-même un peu de gaz en chauffant la bröggerite dans le vide. Une nouvelle détermination donna la longueur d'onde 5876,0. Une comparaison directe avec D_3 de la chromosphère solaire montra que les lignes étaient très près l'une de l'autre. Une autre comparaison directe fut faite avec un nouvel échantillon fourni par le Pr Ramsay; on se servit d'un réseau ayant 14.438 traits au pouce, observé au moyen d'un très fort microscope. Pendant le peu de temps que le tube fut très brillant, on aperçut une fine ligne, un peu moins réfrangible que la large ligne jaune et faisant un double étroit avec elle; les lignes disparurent ensuite. Pendant que les lignes étaient

[1] *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1895, p. 925; du 15 novembre 1895, p. 991; du 15 janvier 1896, p. 47; du 15 mars 1896, p. 273; du 30 avril 1896, p, 427.

brillantes, on trouva que la plus petite ligne était plus réfrangible que D_3 d'environ la largeur de la ligne même. La diminution de largeur de la ligne rendit moins certaines les observations suivantes; toutefois on observa que la ligne du gaz était devenue moins réfrangible que D_3 de la même quantité qu'elle s'était trouvée plus réfrangible à la première observation. Si on donne une égale valeur aux deux séries d'observations, on conclut que la ligne du gaz coïncide avec le milieu de la ligne chromosphérique; si on donne une plus grande valeur aux premières observations faites dans les conditions les plus favorables, la ligne du gaz est alors un peu plus réfrangible. Runge et Paschen ont également reconnu que la ligne jaune du gaz de la clévéite était double, aucune composante n'ayant exactement la même longueur d'onde que D_3. Cette confirmation de mes résultats m'engagea à observer de nouveau la ligne D_3 de la chromosphère pour voir si elle était double. Placé dans des conditions très favorables, j'observais que cette ligne est réellement double; sa composante est très fine et placée du côté du rouge; la ligne de démarcation entre les deux composantes n'est pas très bien marquée. Ces résultats ont été confirmés et complétés par les observations du Dr Hale et du Dr Huggins. Le fait que la ligne est double à la fois dans le gaz et dans la chromosphère, que la composante la moins réfrangible est la plus fine dans les deux cas, ajouté aux résultats des comparaisons directes qui ont été faites, amène donc à la conclusion suivante : « Il est extrêmement probable qu'un des gaz de la clévéite est identique à celui qui produit la ligne D_3 de la chromosphère. — *Ligne bleue* $\lambda = 4471,8$. La détermination provisoire de la longueur d'onde d'une large ligne bleue, observée dans le spectre des gaz de la clévéite, me montra qu'elle se rapprochait d'une ligne de la chromosphère ayant une fréquence de 100. La comparaison directe avec la chromosphère fut faite par M. Fowler; quoique assez difficile, elle montra la coïncidence des deux lignes. Cette ligne bleue n'apparaît pas dans le spectre de tous les gaz qui offrent la ligne jaune. Cette ligne a une grande importance dans le spectre des nébuleuses et d'un grand nombre d'étoiles. — *Ligne infra-rouge* $\lambda = 7065,5$. Avec D_3 et la ligne 4471,8 cette ligne infrarouge offre, suivant Young, une fréquence de 100 dans

LONGUEUR D'ONDE (ROWLAND)	LONGUEUR D'ONDE (ANGSTRÖM)	CHROMOSPHÈRE (YOUNG)	ECLIPSES 1893	ORION NÉBULEUSE	BELLATRIX	MESURES DE M. CROOKES
		fréquence	λR	λR	λR	λR
7065.5	7064.0	100	..	..	..	7065.5
6678.3	6676.9	25	..	..	..	6678.1
6371.6	6370.5	5				
6547.3	6346.2	10				
6141.9	6140.6	15				
6122.43	6121.43	5				
6065.7	6064.5	5				
5991.6	5990.0	15				
5875.9	5874.9	100	5876.0	5876.0	5876.0	5876.0
5429.9	5428.8	8				
5404.1	5403.1	5				
5048.2	5047.8	2	..	..	..	5047.1
5015.8	5015.0	30	5016.0	..	5016.0	5015.9
4922.3	4921.3	30	4922.0	4924	4922.0	4922.6
4713.4	4712.5	2	4713.2	4716	4715.0	4713.4
4471.8	4471.2	100	4471.8	4472	4472.0	4471.5
4389.5	4388.5	1	4390.0	4390	4389.0	4386.3
4026.5	4025.9	15	4026.0	4026	4026.0	4026.1
3964.0	3963.5	—	3963.8	..	3964.0	3964.8
3888.7	3888.0	—	probable	..	probable	3888.5

la chromosphère. Cette ligne a été observée dans le spectre des gaz obtenus de la bröggérite et de l'euénite; par comparaison directe, j'ai trouvé qu'elle correspondait avec la ligne de Young. M. Deslandres, de Paris, a également observé ces lignes dans les gaz de la clévéite. — *Autres lignes.* Les déterminations des longueurs d'onde de bien d'autres lignes ont été faites, et il n'y a aucun doute qu'elles coïncident avec des lignes de la chromosphère, des nébuleuses ou des étoiles blanches. Il est probable que beaucoup de lignes notées, et dont on ne peut encore fixer l'origine, appartiennent à des gaz qui n'ont pas été reconnus jusqu'à présent dans la chromosphère. Le tableau ci-joint donne les principales lignes bien étudiées des nouveaux gaz et qui coïncident très probablement avec des lignes de la chromosphère, de nébuleuses ou d'étoiles. D'autres lignes coïncident peut-être avec des lignes de la chromosphère, mais elles ne sont pas encore assez étudiées pour figurer dans ce tableau.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Récentes communications.

M. **Fleming** : « *L'effet Edison.* » Il s'agit du fait suivant : Si une plaque de métal est placée à l'intérieur de la boucle d'une lampe à incandescence, un galvanomètre dont une des extrémités est reliée à cette plaque de métal et l'autre au fil conducteur positif de la lampe indique un courant qui va du fil positif à la plaque. Mais si c'est au fil négatif et à la plaque qu'on relie le galvanomètre, aucun courant ne passe. M. Fleming, en réunissant les armatures d'un condensateur : 1° aux deux fils, 2° à la plaque et au fil négatif, puis déchargeant dans chaque cas le condensateur dans un balistique, a montré qu'après un certain laps de temps, qui dépend de la position de la plaque, si la lampe travaille à raison de 4 watts par bougie, le potentiel de la plaque tombe à celui de la borne négative. Si la plaque au lieu d'être à l'intérieur de la boucle du filament, est extérieure, alors le temps qu'elle met à prendre le potentiel du fil négatif est beaucoup plus long. L'espace compris entre la plaque et le fil négatif présente une sorte de conductibilité unilatérale, car une pile de faible voltage est capable d'envoyer un courant de la plaque au fil négatif, mais non dans le sens opposé. Si, au lieu d'employer un métal froid, on se sert d'un second filament, maintenu à l'état incandescent au moyen d'une pile isolée, alors on peut obtenir un courant entre ce filament et, soit le fil positif, soit le fil négatif. Si le voltage de la lampe est poussé bien au-delà de celui qui est nécessaire pour donner une bougie pour 4 watts, on peut alors faire passer le courant de la plaque au fil négatif, tandis qu'un galvanomètre réuni à la plaque et au fil positif indiquera le passage d'un courant du fil positif à la plaque. Quand la lampe est dans ces conditions, l'espace entre la plaque et le fil négatif est très sensible à l'influence d'un champ magnétique transversal : un pareil champ magnétique produit un accroissement considérable de la résistance. En actionnant la lampe avec un courant alternatif, on peut obtenir un courant continu passant de la plaque à l'un ou l'autre des deux fils. Si l'on entoure chacun des fils d'un petit cylindre de platine, on peut obtenir un courant entre chacun des cylindres et le fil positif, mais pas de courant entre deux cylindres. On a l'effet le plus sensible quand on réunit au fil positif un cylindre tout près de l'extrémité du fil négatif. L'auteur estime que ces expériences montrent que la résistance d'un tube à vide au passage de la décharge serait grandement réduite si la cathode était rendue incandescente. M. **S. P. Thompson** présente diverses observations, et demande en particulier quel est le degré du vide des lampes employées. M. **Fleming** répond que l'on a employé des lampes ordinaires du commerce. — M. **Serle** lit un mémoire de M. Morton : « Remarques sur l'effet électromagnétique de charges en mouvement », mémoire d'un caractère purement mathématique.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* LOUIS OLIVIER.

7e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

UN NOUVEAU LIVRE SUR L'ATOMISME

LA CRITIQUE DE M. A. HANNEQUIN

SUR L'HYPOTHÈSE DES ATOMES DANS LA SCIENCE CONTEMPORAINE [1]

Il est tout un ensemble de problèmes, les plus mystérieux de tous, peut-être, où les domaines de la Philosophie et de la Science proprement dite se confondent. Nous ne sortirons donc pas du cadre de la *Revue* en parlant de la thèse de Doctorat ès lettres que M. Hannequin a consacrée à la discussion d'un de ces problèmes : celui de l'existence et des propriétés des atomes.

I

On nous permettra de dire, au préalable, un mot de l'auteur lui-même. Les métaphysiciens, aujourd'hui, sont unanimes à chercher pour leurs spéculations un fondement scientifique. Mais qu'un professeur de philosophie, c'est-à-dire un esprit à culture et éducation exclusivement littéraires et philologiques, ne s'en tienne pas, en matière de science, à des ouvrages de vulgarisation et de seconde main, qu'au prix d'un labeur personnel opiniâtre, il aille chercher la science à sa source, qu'il approfondisse des ouvrages où les professionnels mêmes n'évoluent pas trop à l'aise, voilà ce qui est encore tout à fait rare et exceptionnel. M. Hannequin a accompli tout cela. Il a lu :

Duhamel : *Éléments du Calcul infinitésimal ;*
Lothar-Meyer : *Les théories modernes de la Chimie ;*
Cantor : *Mémoires sur les Ensembles ;*
Poincaré : *Théorie mathématique de la Lumière ;*
Wurtz, et Dedekind, et souvent Maxwell et beaucoup d'autres, sans préjudice, bien entendu, des auteurs purement philosophiques, anciens ou modernes.

A travers le dédale des démonstrations et des raisonnements, l'auteur sait démêler dans chaque ouvrage ce qui est important pour le problème proposé. Sa thèse (notre ami Hannequin permettra de dire cela à un témoin de ses efforts est le fruit d'une méditation intense et d'une érudition hors ligne. C'est ainsi, du reste, que le travail a été jugé et par le jury en Sorbonne et par le public d'élite qui assistait à la soutenance.

II

Pour instituer la science, l'homme doit postuler d'abord l'existence de son objet : le monde extérieur. Mais il lui faut postuler ensuite la possibilité de la science, c'est-à-dire l'intelligibilité de l'Univers. On est bien forcé d'admettre entre les

[1] Hannequin (Arthur), chargé d'un cours complémentaire de Philosophie à la Faculté des Lettres de Lyon : *Essai critique sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine.* — Thèse de doctorat de la Faculté des Lettres de Paris, soutenue en Sorbonne. — Un vol. in-8° de 419 pages. — G. Masson, éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1896.

lois de la Nature et celles de notre esprit l'harmonie, sans laquelle la connaissance ne serait qu'une hallucination. Seulement, toute théorie qui s'appuiera sur cette hypothèse sans preuves, possèdera probablement un caractère subjectif et artificiel, qui déguisera pour nous la véritable physionomie du Cosmos. C'est ce caractère que l'auteur s'efforce de démêler « effectivement ». Il fait, en un mot, comme le physicien qui, étudiant au spectroscope la constitution chimique du Soleil, cherche à éliminer les raies d'origine tellurique.

Pour l'auteur, l'explication mécanique de l'Univers (masses et mouvement) repose sur la conception des atomes. Cette hypothèse serait à la fois nécessaire et contradictoire. Il y aurait antinomie irréductible entre le Vrai, qui dérive de la constitution de la Connaissance, et le Réel. La conciliation et le mot de l'énigme ne peuvent être demandés qu'à la Métaphysique.

Pour circonscrire la discussion, l'auteur accorde d'emblée, comme déjà établi, que tout est Physique ou Chimie dans l'explication de la Nature, que la Physico-Chimie est ramenée à la Dynamique et celle-ci à l'Analyse et à la Géométrie. Voilà les quatre sciences qu'il passera en revue et où il montrera à la fois l'importance et la faiblesse de l'Atomisme.

1° *Analyse et Géométrie.* — L'Atomisme, en Analyse et Géométrie, consiste dans l'emploi du nombre, — qui vient fictivement fragmenter la continuité essentielle de la longueur et de la quantité, — et de l'infiniment petit, cet étrange amalgame de l'être et du néant. Ici se place l'exposé de la théorie des « ensembles » de Cantor, ingénieuse et tenace tentative pour reconstituer le continu avec la discontinuité de l'élément numérique. On sait que la tentative a échoué.

2° *Mécanique.* — L'Univers n'étant composé que de masses en mouvement, l'atome est indispensable, comme support de la masse. Or, cet atome ne peut être à la fois élastique et insécable ; le nombre des atomes ne peut être ni fini ni infini...

3° *Physique et Chimie.* — L'atome, aux propriétés duquel se ramènent la Physique et la Chimie, est différent dans chacune de ces deux sciences. L'atome chimique n'est pas le fragment ultime de l'éther luminifère. Cependant ils doivent tous deux évoluer dans le même espace.

La discussion précédente forme la matière du livre premier. Le second, sur lequel nous serons très bref, est purement métaphysique.

Prenant pour guide le principe de causalité, l'auteur constitue le Réel avec des individualités distinctes, douées d'une certaine spontanéité. Leur action réciproque engendre le perpétuel Devenir. Ces individualités ressemblent assez aux monades de Leibnitz, avec la solidarité en plus.

Avec Kant, l'auteur, alors, continue ainsi : la perception du Réel, pour pénétrer dans notre Connaissance et y devenir le Vrai, doit s'étendre sur une sorte de lit de Procuste, qui est la double notion *a priori* de l'Espace et du Temps, et s'y traduire en figure et mouvement.

C'est ainsi qu'apparaît la matière première sur laquelle travaille la Science et qu'elle agence suivant l'hypothèse atomique.

La formule définitive de la Thèse est celle-ci : l'Atomisme et le Mécanisme sont des *apparences*, car ils enveloppent des contradictions, mais des *apparences bien fondées*, c'est-à-dire conformes aux lois de notre esprit.

III

Il est impossible de méconnaître la profondeur des explications que nous venons de résumer d'une façon si rapide et si incomplète. Est-ce à dire, néanmoins, qu'il faille souscrire à toutes les conclusions de la Thèse? Assurément non.

Laissons de côté la partie purement métaphysique, dont l'examen dépasserait le cadre de la *Revue* et les limites d'un simple article. Bornons-nous à discuter la critique de l'hypothèse atomistique dans la science proprement dite.

Cette notion des atomes est-elle, parce qu'elle enveloppe des contradictions, une simple apparence? Il y a bien à dire sur la question :

Une hypothèse scientifique est surtout un instrument de recherches; elle a pour but de provoquer et de suggérer des raisonnements, des observations. Elle est donc éminemment provisoire; l'imperfection est son caractère naturel. La contradiction même (on l'a bien vu pour certaines idées de Maxwell) n'est pas pour une théorie une tare irrémédiable. Tout cela est tacitement convenu entre les savants; pour ainsi dire, cela va de soi. Personne ne prend une hypothèse rigoureusement au pied de la lettre. On la traite avec « le demi-scepticisme, qui est pour le savant le commencement de la sagesse [1]. »

Nous trouvons que l'auteur serre de trop près l'hypothèse des atomes ; il lui demande *hic et nunc* l'explication du Cosmos. Le procédé est légèrement inquisitorial. C'est un peu faire comme Énée :

Frustra ferro diverberat umbras.

Pourquoi aussi perdre espoir devant les contra-

[1] Paroles de M. H. Poincaré au cinquantenaire de M. J. Bertrand.

dictions *actuelles* des théories et recourir si vite à l'expédient ultime de la Métaphysique?

A-t-on affaire à une apparence bien fondée, c'est-à-dire à une nécessité logique? Pas davantage, croyons nous. L'auteur fonde sa démonstration sur la discussion des procédés dont se sert, par exemple, le mathématicien (notion de l'infiniment petit, c'est-à-dire de la limite) ou le physicien introduction de l'éther en Optique), etc. Or, quelques penseurs ne voient dans ces diverses méthodes qu'une terminologie spéciale, commode, mais non indispensable, une sorte de métaphore continue, destinée à illustrer et à suggérer des calculs.

Ceux-là opposeraient à l'auteur, au point de vue des conséquences objectives de sa critique de l'Atomisme, une fin de non-recevoir pure et simple. L'Atomisme ne serait ni une apparence bien fondée, ni même une apparence, mais uniquement un langage conventionnel.

Mais n'allons pas si loin. Rappelons la récente et retentissante polémique entre MM. W. Ostwald, A. Cornu et Marcel Brillouin [1] sur la « Déroute de l'Atomisme ». On pensera ce que l'on voudra des assertions de M. Ostwald, mais la polémique n'aurait pu naître, ni la question surgir, si l'Atomisme avait effectivement été une nécessité logique.

Il semble donc qu'il y a des réserves à faire sur la conclusion générale de la thèse.

Certains points de détail aussi ne paraissent pas péremptoires. Telle est, par exemple (pages 136-142) la démonstration que le nombre des atomes ne peut être infini avec une masse finie totale de l'Univers. On se tirera d'affaire en attribuant aux atomes des masses infiniment petites, ce qui ne nous paraît pas choquant.

La Géométrie non euclidienne [2] occupe aussi une place bien petite (pages 365 à 367). La nécessité logique de l'espace euclidien a souvent été contestée; l'auteur n'oppose aux sceptiques qu'une réfutation bien sommaire. Assurément, c'est à propos de la droite et de la courbure ordinaires que les mathématiciens ont pensé à la droite générale et à la courbure d'un espace quelconque. Mais la marche historique des idées est-elle la marche logique? Cela reste à prouver.

IV

Notre réponse, on le voit, revient, en somme, à abonder dans le sens de l'auteur et à insister sur le caractère *hypothèse* de l'Atomisme, plus qu'il ne le fait lui-même. Sur ce terrain-là la Thèse ne nous a convaincu ni de la nécessité ni de la faiblesse de l'Atomisme. Au contraire, la critique de M. Hannequin paraît irréfutable en tant que dirigée contre l'Atomisme (théorie séduisante, d'ailleurs, et souvent plausible) présenté d'ores et déjà comme l'explication définitive et ultime de l'Univers. Cette critique met en garde contre les conséquences soi-disant philosophiques, que vulgarisateurs ou publicistes fondent quelquefois sur les hypothèses dont les savants sont les inventeurs sans être les dupes.

Récemment on a beaucoup parlé de la « banqueroute de la science ». Nous nous garderons bien de prendre ici position dans la polémique. Un fait néanmoins paraît difficilement contestable : si la Science, mère des applications pratiques, progresse vite, la Science, explicatrice de l'énigme du Cosmos, marche d'un pas incomparablement plus lent. Plus on approfondit le problème, plus on le trouve touffu et complexe. La lecture de la thèse de M. Hannequin ne peut que fortifier cette impression. L'auteur a apporté une contribution sérieuse dans la controverse. Son livre se recommande à l'attention des philosophes et des savants. La *Revue* ne pouvait pas le passer sous silence.

Léon Autonne.
Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Maître de Conférences de Mathématiques
à la Faculté des Sciences de Lyon.

[1] Voyez dans la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre 1895 : W. Ostwald : La déroute de l'atomisme contemporain, et, dans la *Revue* du 15 décembre 1895 : A. Cornu : L'atomisme est-il en déroute? et M. Brillouin : Pour la matière; enfin, dans la *Revue* du 30 décembre 1896, la réponse de M. Ostwald.

[2] *Sur les géométries non euclidiennes*, voyez l'article que M. H. Poincaré, de l'Institut, a donné à la *Revue générale des Sciences* le 15 décembre 1891, tome II, page 769 et suiv.

LA STÉRILISATION DES EAUX PAR L'OZONE

L'Exposition internationale d'Hygiène, organisée au Champ-de-Mars en 1895, nous a montré la première réalisation pratique d'une idée qui avait déjà séduit bien des esprits : la stérilisation des eaux potables par l'ozone. Cette idée vient de recevoir des expériences microbiologiques et chimiques de M. van Ermengem, en Belgique, et de notre compatriote M. Marmier, à l'Institut Pasteur de Paris, une consécration décisive.

L'heure semble donc bien choisie pour indiquer l'état précis de cette grande question. Nous considérerons successivement la marche des recherches, le matériel que requiert une épuration vraiment industrielle, et les résultats obtenus.

I. — Appareils producteurs d'ozone.

Parmi tous les agents d'épuration chimique des eaux, l'ozone n'est pas seulement l'un de ceux qui possèdent les propriétés microbicides les plus énergiques, c'est encore le seul qui se détruise spontanément, après avoir agi, sans laisser aucune trace fâcheuse de son passage ; par rapport à la stérilisation par la chaleur, il offre l'avantage de ne pas désaérer l'eau et de nécessiter une moindre dépense ; sur les filtres, il possède cette supériorité incontestable de détruire non seulement les germes vivants, mais aussi les substances organiques dissoutes dans l'eau. C'est là plus qu'il n'en faut pour expliquer la faveur qui s'était attachée, en théorie, à ce procédé de stérilisation. Toute la difficulté était de construire un appareil capable de produire économiquement de grandes quantités d'air ozonisé.

Cette difficulté semble aujourd'hui résolue, puisqu'il est démontré que l'appareil qui a fonctionné sous les yeux du public à l'Exposition d'Hygiène se prête à d'importantes installations pratiques. Toutefois, si M. le baron Tindal et ses collaborateurs, MM. Schneller et Van der Sleen, les inventeurs de cet appareil, sont les premiers qui aient atteint le but, il serait injuste d'oublier les efforts des chercheurs qui les ont précédés dans la même voie.

En France, notamment, M. Gaston Seguy a beaucoup fait pour le perfectionnement des ozonisateurs et pour l'extension des applications de l'ozone. L'appareil créé par M. Seguy, en 1877, se compose d'un faisceau de 8 à 12 tubes de verre renfermés dans un cylindre également en verre ; chacun de ces tubes est tapissé intérieurement d'une lame spirale d'aluminium représentant l'une des électrodes, et revêtu extérieurement d'un fil de même métal enroulé, représentant l'autre électrode. L'air à ozoniser, grâce à l'enveloppe commune entourant tout le système, circule autour des deux électrodes de chaque ozonisateur, ce qui distingue cet appareil des précédents, dans lesquels on recueillait seulement l'ozone produit à l'intérieur du tube. Trois ozonisateurs de Seguy, de 30 centimètres de longueur chacun, disposés en série, peuvent donner, sous l'action d'un courant de 30.000 volts, et à une température voisine de 0°, 5 litres d'air ozonisé par minute, à raison de 36 milligrammes d'ozone par litre environ. Les appareils de M. Seguy ont rendu de grands services à l'industrie, notamment pour le blanchiment des plumes, de la cire, des boyaux, la désodorisation des huiles, la fabrication du vinaigre par oxydation de l'alcool, etc. L'auteur a depuis longtemps signalé la stérilisation des eaux comme l'une des plus importantes applications de l'ozone.

Mais c'est surtout depuis 1891 que la question est entrée dans une phase décisive. A cette époque, MM. Siemens et Halske, de Berlin, construisirent, sur les plans du docteur Froehlich, un appareil à ozone plus puissant que tout ce qu'on avait fait jusque-là. L'appareil se composait essentiellement de trois tubes emboîtés : 1° un tube central métallique, fermé à ses deux bouts, mis en rapport par des ajutages avec une circulation d'eau afin d'éviter l'échauffement, l'ozone se décomposant, comme l'on sait, à la moindre élévation de température ; 2° un tube moyen isolant, et 3° un tube extérieur métallique simplement représenté par des feuilles d'étain collées sur le précédent. L'enveloppe isolante, dont le rôle est d'empêcher l'étincelle d'éclater entre les deux électrodes, n'était plus en verre, mais en celluloïd. L'emploi de cette matière, moins fragile que le verre, permettait d'utiliser, sans danger de rupture, des courants d'une intensité bien supérieure. En réunissant en série plusieurs tubes semblables, de grande dimension, actionnés par une dynamo, M. Froehlich obtenait jusqu'à 3 milligrammes d'ozone par seconde et par cheval-vapeur avec une concentration maxima de 36 milligrammes d'ozone par litre d'air, proportion qui ne paraît pas pouvoir être dépassée lorsque l'on ozonise de l'air atmosphérique.

Cet appareil servit à M. Ohlmüller pour d'intéressantes recherches expérimentales, par lesquelles la valeur de l'ozone comme agent de stérilisation, jusque-là contestée, fut définitivement mise hors de doute. Ainsi, pour citer l'une des

expériences de M. Ohlmüller, cet expérimentateur parvint à stériliser absolument de l'eau distillée, contenant en suspension 3.717.000 spores très résistantes du bacille du charbon par centimètre cube, en y faisant passer, en dix minutes, cinq litres d'air ozonisé à raison de 15 milligrammes d'ozone par litre.

Au cours de ces essais, M. Ohlmüller découvrit, en outre, un fait d'une grande importance : lorsque l'eau contient des matières organiques en solution, l'action de l'ozone se porte d'abord sur ces substances et elle ne commence à s'exercer sur les microbes qu'après que celles-ci ont été totalement oxydées. Dans un bouillon de culture, la destruction des microbes se trouve ainsi rendue très difficile, impossible même si l'on ne peut pas faire agir des quantités considérables d'ozone. C'est ce qui explique que quelques expérimentateurs n'aient pas réussi à mettre en évidence le pouvoir microbicide de l'ozone.

En 1893, MM. Tindal, Schneller et Van der Sleen, commencèrent les études qui devaient aboutir à la construction de l'appareil dont nous allons parler. Disons tout de suite en quoi consiste la caractéristique de cet appareil. La paroi isolante entre les deux électrodes a été complètement supprimée et, pour remplacer la résistance que présentait cette paroi et qui est nécessaire pour empêcher la production d'étincelles, on a interposé sur le passage du courant, avant son arrivée à l'ozonizateur, une autre résistance représentée par un cylindre de porcelaine ou bien un tube de verre plein de glycérine d'une longueur exactement calculée.

Grâce à cette modification, non seulement on s'est débarrassé d'un organe fragile qui constituait le point faible des appareils antérieurs, non seulement on a pu utiliser des courants de haute tension allant jusqu'à 50.000 et même 100.000 volts, mais encore le rendement a été considérablement amélioré.

En effet, tandis que, dans les anciens appareils, la distance entre les électrodes ne dépassait pas l'épaisseur de la paroi isolante, c'est-à-dire 2 à 3 millimètres, elle a pu être portée ici à 100 millimètres et même davantage ; de plus, l'une des électrodes ayant été munie de nombreuses aspérités, l'appareil a cessé de fonctionner comme un condenseur absorbant pour sa charge une portion considérable de l'énergie du courant, et le seul obstacle à l'emploi de très hautes tensions ayant disparu, on put aller bien au delà des 10 à 17.000 volts dont M. Froehlich croyait qu'il fallait se contenter. L'appareil du Champ-de-Mars utilisait des courants de 50.000 volts et M. Tindal fait en ce moment construire une machine qui fournira 100.000 volts.

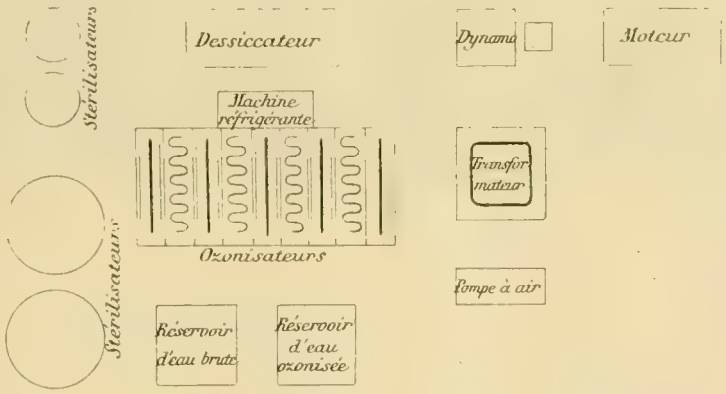


Fig. — 1. — *Disposition d'une usine à ozone du système Tindal, Schneller et Van der Sleen.* — A l'angle droit supérieur se trouve un *moteur à gaz;* près de lui l'*alternateur* excité par une petite *dynamo* que commande le moteur à gaz. Au-dessous de ces machines est le *transformateur.* A la sortie de cet appareil, le courant possède une force électromotrice de 50 000 volts et se rend aux *ozonisateurs.* A ces ozonisateurs est adossée la machine réfrigérante qui les dessert. La *pompe à air*, située au voisinage, aspire l'air atmosphérique, le refoule au travers d'un filtre d'ouate, puis du *dessiccateur* (visible derrière la machine réfrigérante) l'envoie dans le système des ozonisateurs. L'air ozonisé sortant de ce système est refoulé dans les *stérilisateurs* représentés sur la gauche de la figure.

C'est ainsi que la distance entre les électrodes qui, dans les anciens appareils, ne dépassait pas 2 à 3 millimètres, a pu être portée à 100 millimètres et même davantage, de manière à augmenter dans des limites inattendues le volume d'air soumis à l'électrisation.

II. — Description générale d'une usine a ozone.

L'usine à ozone, semblable à celle de l'Exposition d'Hygiène, peut être ainsi disposée :

La force motrice est fournie par un moteur à gaz de seize chevaux. Ce moteur actionne à la fois une dynamo, une pompe à air aspirante et foulante et une machine réfrigérante. La figure 1 représente le plan de cette installation.

La dynamo, source d'électricité, est une machine ordinaire destinée à l'éclairage électrique, à courants alternatifs, de 1.200 volts et 10 ampères. Elle donne 200 alternances du courant par seconde et a pour excitatrice une petite dynamo faisant 1.500 tours par minute. Des dynamos les courants alternatifs se rendent au transformateur, où ils atteignent une tension de 50.000 volts. L'un des pôles, au sortir du transformateur, étant relié avec le sol, il importe, afin d'éviter de graves accidents, d'isoler avec le plus grand soin le deuxième fil.

Le courant de haute tension arrive finalement

aux ozonisateurs (fig. 2). Chacun de ces appareils est constitué par une caisse rectangulaire de 25 centimètres de largeur, 35 centimètres de hauteur et 60 centimètres de longueur dont les parois sont formées par de fortes glaces. La face supérieure de la caisse livre passage aux tubes de verre remplis de glycérine, au nombre de 15 et longs de 60 centimètres, entre lesquels se divise le courant. Chaque tube aboutit dans l'intérieur de la caisse à une lame métallique composée de plusieurs feuilles de toile de platine juxtaposées (fig. 4). La réunion de ces lames forme une électrode.

L'autre électrode est représentée par deux plaques de cuivre doré, appliquées contre les parois latérales de la caisse et reliées avec le sol (fig. 5).

Lorsque le courant passe, l'effluve jaillit entre la lame métallique intérieure et les électrodes latérales. La figure 3 représente une photographie de ces effluves.

Les ozonisateurs peuvent être disposés en série en nombre indéfini; la machine de l'Exposition d'Hygiène en comportait cinq.

L'air à ozoniser, aspiré par la pompe, se débarrasse d'abord de ses poussières sur un filtre d'ouate, passe par un dessiccateur au chlorure de calcium, puis barbote dans l'acide sulfurique. Il pénètre dans le premier ozonisateur par des orifices percés dans l'une de ses parois verticales, en sort par la face opposée, passe dans le second et ainsi de suite jusqu'au dernier, en se chargeant d'une nouvelle quantité d'ozone dans chaque appareil.

Entre chaque ozonisateur se trouve un compartiment, hermétiquement clos également, et parcouru par un serpentin dans lequel circule de l'air refroidi à 25° au moyen d'une machine à

Fig. 2. — *Ozonisateurs Tindall Schneller et van der Sleen.* — Ces ozonisateurs, disposés côte à côte sur un bâti en bois, sont constitués chacun par une cage formée de six plaques de verre épaisses, maintenues serrées par des cadres extérieurs en bois. Au centre de chaque ozonisateur, on aperçoit, portée sur un pied isolant, une électrode formée par la juxtaposition d'une série de plaques métalliques, constituées elles-mêmes par une toile de platine plusieurs fois repliée (comme le montre en détail la figure 4). Ces plaques communiquent par des fils métalliques avec un nombre égal de tubes de verre contenant de la glycérine, qui traversent le plafond de l'ozonisateur, et reçoivent au-dessus, par un fil bien isolé, le courant du transformateur. Les parois latérales internes des ozonisateurs sont, en outre, recouvertes de deux électrodes de cuivre doré, communiquant avec la terre (voir aussi fig. 5). Quand le courant passe, l'effluve jaillit entre l'électrode centrale et les électrodes latérales et provoque la formation d'ozone. L'air à ozoniser entre dans le premier ozonisateur par une ouverture latérale, s'y charge d'ozone et passe successivement par tous les autres ozonisateurs. Entre chaque ozonisateur se trouve une chambre traversée par un serpentin dans lequel circule de l'air froid, destiné à abaisser la température de l'air ozonisé.

Fig. 3. — *Photographie, faite dans l'obscurité, de l'effluve qui jaillit entre les électrodes des ozonisateurs de la figure 2*

évaporation d'ammoniaque. L'air ozonisé se refroidit en traversant ces chambres pour passer d'un ozonisateur à l'autre.

Au sortir du dernier ozonisateur, il est refoulé, par des tubes en étain, dans les stérilisateurs. Ces appareils sont des colonnes en grès ou en fonte émaillée, pourvues d'un faux fond percé de trous par lesquels l'air ozonisé est injecté en bulles. L'eau pénètre également par la partie inférieure et circule de bas en haut; suivant qu'elle est plus ou moins chargée de matières organiques, on règle la vitesse d'écoulement, et, par conséquent, la durée du contact de l'eau et de l'air ozonisé. Généralement, afin de prolonger ce contact, on dispose en série plusieurs stérilisateurs. Au Champ-de-Mars, il y avait 4 colonnes accouplées deux à deux.

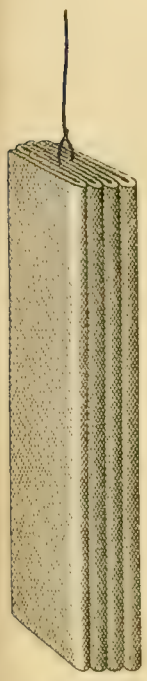


Fig. 4. — *Vue d'une des plaques en toile métallique repliée dont la superposition constitue l'électrode centrale des ozonisateurs.*

Un autre système a été récemment mis à l'essai : il consiste à pulvériser l'eau dans une chambre remplie d'air ozonisé. Le contact du gaz et du liquide est ainsi plus intime; il est possible de travailler avec une teneur en ozone 3 à 4 fois moins élevée, et, comme il coûte moins de faire 5 mètres cubes d'air ozonisé à 2 °/₀, par exemple, que 1 mètre cube à 10 °/₀, il semble que ce dernier mode doit obtenir la préférence.

III. — Épuration des eaux d'alimentation par l'ozone.

L'épuration de l'eau d'alimentation par l'ozone est pratiquée sur une grande échelle à Oudshoorn (Belgique) depuis plus d'une année. M. van Ermengem, qui a étudié sur place, d'une manière complète, le fonctionnement du système, a publié les principaux résultats de son enquête. A Paris même, pendant la durée de l'Exposition d'Hygiène, des analyses et des essais bactériologiques répétés ont été faits à l'Institut Pasteur par M. Marmier, qui a bien voulu nous les communiquer. Nous sommes donc en possession de renseignements suffisamment complets sur les effets de l'ozonisation.

Ces effets peuvent être groupés sous quatre chefs principaux, suivant qu'ils concernent :

1° L'action microbicide de l'ozone :

2° Les changements dans la composition de l'eau;

3° Les modifications de ses caractères organoleptiques;

4° L'addition d'éléments nouveaux, étrangers à sa composition normale.

Examinons chacun de ces points successivement.

§ 1. — Action microbicide de l'ozone.

L'eau que l'on traite à Oudshoorn est celle du Vieux-Rhin, bras du fleuve qui reçoit, outre les égouts de plusieurs villes, le trop-plein de marais tourbeux ou polders. Cette eau titre de 0,024 à 0,063 en permanganate, alors que l'eau de la Sprée à Berlin et celle de la Tamise à London-bridge, qui sont citées parmi les eaux de rivière les plus impures, ne dépassent jamais 0,040 environ. C'est dire qu'il s'agit d'une eau absolument impropre à la consommation dans son état naturel et bien choisie pour éprouver la valeur d'une méthode d'épuration. Il est même indispensable, tant est grande la quantité de détritus de toutes sortes que charrie cette eau, de la faire passer préalablement sur un filtre à sable. Mais il va de soi que la filtration ne fait point partie intégrante du système; au Champ-de-Mars, on n'y a pas eu recours.

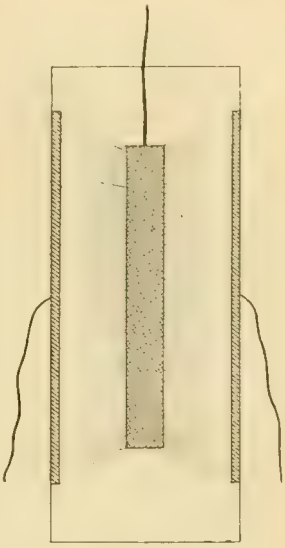


Fig. 5. — *Schéma d'un ozonisateur montrant l'électrode centrale recevant par le haut le courant du transformateur, les électrodes latérales reliées à la terre et l'effluve qui jaillit entre les électrodes.*

Des essais préliminaires permirent à M. van Ermengem de se rendre compte que, dès les premiers instants du contact de l'eau avec l'air ozonisé, la plupart des microbes en voie de végétation sont tués. Seules les spores de certaines espèces, telles que *Bacillus subtilis*, *Bacillus ramosus*, etc., se montrent plus résistantes. Pour les détruire, il est nécessaire de prolonger l'action de l'ozone pendant 7 à 8 minutes. En opérant dans ces conditions, avec un appareil qui débitait cinq litres d'eau purifiée par minute et était en marche continue depuis la veille, on constata que, sur 17 tubes ensemencés avec 1 centimètre cube d'eau chacun, 16 restèrent stériles; un seul donna une culture de *Bacillus subtilis*.

Dans de l'eau filtrée, titrant 0,038 en permanganate, M. van Ermengem introduisit une quantité de spores de *Bacillus ramosus* telle que l'eau donnait 28.000 colonies de ce microbe par centimètre cube. Après l'ozonisation, 13 échantillons

furent prélevés pour l'essai bactériologique; 11 se montrèrent stériles, 2 donnèrent chacun une colonie de *B. ramosus*. Une autre espèce plus résistante encore, *Bacillus rubiginosus*, dont les spores peuvent séjourner plus de 40 jours dans la solution phéniquée à 5 °/₀ sans être tuées, fournit un résultat analogue.

Plus intéressants peut-être pour l'hygiéniste sont les essais qui ont porté sur les espèces pathogènes. Parmi celles-ci, le *Bacterium coli* était tout désigné comme matière d'épreuve, tant à cause de sa prédominance dans les eaux polluées par des déjections humaines, qu'en raison de sa résistance, qui est reconnue supérieure à celle de tous les autres microbes pathogènes non sporulés. L'eau, qui titrait 0,020 en permanganate, fut additionnée de 7.830.000 bactéries par centimètre cube; la durée du contact fut de 10 minutes, l'air contenait encore 3mg. 194 d'ozone par litre à la sortie du stérilisateur. Douze ballons furent ensemencés; après vingt-cinq jours de culture à 20° et à 35°, trois donnèrent une colonie de *B. subtilis*, aucun ne donna une seule colonie de *B. coli*.

Les examens effectués à Paris par M. Marmier confirment pleinement les résultats annoncés par M. Van Ermengem.

Il est donc acquis que l'ozonisation permet de stériliser les eaux de rivière les plus impures d'une manière absolument satisfaisante. Peu importe le nombre et la qualité des microbes présents dans l'eau : toute la question se réduit à élever suffisament la teneur en ozone et à prolonger la durée du contact de l'air ozonisé avec l'eau, conditions qu'il est toujours facile et peu dispendieux de réaliser. — C'est là, comme on le voit, un résultat important, absolument acquis.

§ 2. — Action de l'ozone sur la composition chimique de l'eau.

Un oxydant aussi énergique que l'ozone doit nécessairement modifier quelques-uns des éléments dissous dans l'eau. Si l'on examine le tableau I, dans lequel sont résumées les données de trois analyses faites par M. van der Sleen, on constate, en effet, des différences importantes dans la composition chimique de l'eau avant et après l'ozonisation.

Le trait le plus saillant est l'abaissement du taux des matières azotées. L'ammoniaque libre se trouve diminuée en moyenne de près de 50 °/₀. L'ammoniaque albuminoïde est réduite dans la même proportion, ainsi que les matières organiques oxydables par le permanganate de potasse. Comme, d'autre part, le résidu sec à 180° ne varie pas sensiblement, on doit admettre que ces substances sont partiellement brûlées par l'ozone et transformées en corps amidés plus stables qui n'enlèvent plus d'oxygène au permanganate.

Tableau I. — Analyses chimiques de l'eau de la Seine, brute, puis stérilisée par l'Ozone.

	BRUTE	STÉRILISÉE	BRUTE	STÉRILISÉE	BRUTE	STÉRILISÉE
	Echantillons du 18 sept.		Echantillons du 19 sept.		Echantillons du 20 sept.	
	Milligrammes par litre					
Résidu sec à 180°	242	240	241	242	256	248
Matières volatiles (perte ou rouge)	24	20	24	24	28	24
Sulfate de chaux	48.8	36.1	39.6	37.3	42	37.3
Carbonate de chaux	103.6	107.8	128.9	127.1	112.5	101.8
Carbonate de magnésie	8.4	6.8	7.8	7.2	6.2	5.7
Chlorure de sodium	41	41	29.3	29.3	29.3	29 3
Ammoniaque libre	0.271	**0.136**	0.196	**0.086**	0.147	**0.101**
Ammoniaque albuminoïde	0.364	**0.202**	0.536	**0.198**	0.287	**0.205**
Acide nitreux	0	0	0	0	0	0
Acide nitrique	1.42	2.02	7.1	5.4	2.74	2.21
Acide phosphorique	0	0	0	0	0	0
Matières organiques représentés par le poids d'oxygène emprunté au permanganate de potasse	4.29	**2.11**	3.98	**1.79**	2.64	**1.44**

Or, c'est à cette classe de substances organiques facilement oxydables qu'appartiennent les produits microbiens, toxines, ptomaïnes, toxalbumines, comme on voudra les appeler, qui tous sont dénaturés par l'action de l'air et de la lumière.

La destruction des toxines par l'ozone, mise en évidence par MM. Roux et Vaillard, a été répétée par M. van Ermengem : une dilution de toxine tétanique au 1/10°, qui tuait une souris à la dose d'un demi-centimètre cube, a été soumise à l'ozonisation pendant dix minutes; après ce traitement, elle était devenue complètement inoffensive.

Ce résultat de l'ozonisation est des plus heureux. Nul ne peut affirmer, en effet, que la

présence dans l'eau de certains produits microbiens ne crée pas par elle-même un danger, soit en produisant une intoxication lente, soit en favorisant le développement dans le tube digestif de microbes pathogènes, tels que les microbes typhique, cholérique, etc. En outre, il convient de ne pas perdre de vue que c'est précisement la présence de substances altérables qui fait des eaux polluées un milieu de culture possible pour les microbes. Quel que soit le procédé employé pour stériliser les eaux d'alimentation des villes, on ne peut guère espérer que l'eau envoyée dans les conduites de distribution sera complètement privée de tout germe; le fût-elle au sortir de l'appareil stérilisateur, qu'elle rencontrerait tout aussitôt, dans les conduites mêmes, de nouveaux microbes dont quelques-uns peuvent être pathogènes, surtout lorsque ces conduites reçoivent

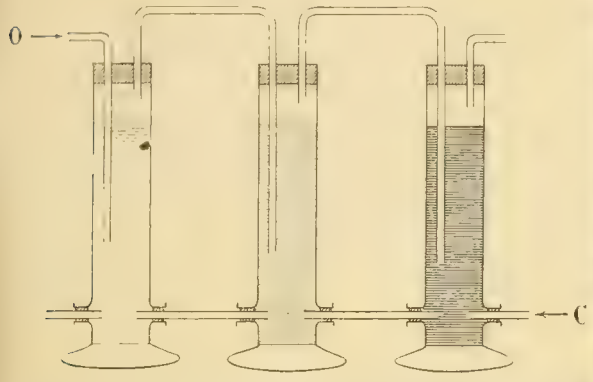


Fig. 6. — *Expérience pour montrer la décoloration par l'air ozonisé d'une eau colorée par l'extrait de tourbe.* — L'air ozonisé arrive en O et passe successivement dans chaque flacon; l'eau colorée entre en C et va en se décolorant de droite à gauche.

alternativement, comme à Paris, de l'eau de source et de l'eau de rivière. Si ces germes trouvent un milieu favorable à leur développement et à leur multiplication, la stérilisation aura été illusoire. Or, il nous semble vraisemblable, bien que nous ne possédions pas d'expérience directe à ce sujet, qu'une eau ozonisée se prêtera beaucoup moins facilement à cette réinfection qu'une eau simplement filtrée.

§ 3. — Action de l'ozone sur les qualités organoleptiques de l'eau.

Il ressort encore du tableau précédent que les sels auxquels l'eau doit en grande partie sa saveur et ses qualités digestives ne sont que peu touchés par le passage de l'ozone. Le chlorure de sodium en particulier se maintient à un taux invariable. Les nitrates subissent une réduction assez sensible. Il y a précipitation partielle du carbonate de magnésie et surtout du sulfate de chaux, à peu près nulle du carbonate de chaux. Il y aurait intérêt à chercher si la précipitation du sulfate de chaux ne deviendrait pas plus considérable avec des eaux séléniteuses, et si ces eaux ne se trouveraient pas ainsi améliorées par l'ozonisation.

Mais ce qui est profondément modifié, c'est la couleur, l'odeur et la saveur des eaux souillées par des matières organiques. Pour la démonstration du pouvoir décolorant de l'ozone, les inventeurs avaient disposé, à l'Exposition d'Hygiène, un stérilisateur en miniature composé d'une série de cinq ou six éprouvettes de verre dans lesquelles l'eau et l'air ozonisés circulaient en sens contraire (fig. 6). On communiquait artificiellement à l'eau une teinte jaune très marquée par l'addition d'ex-

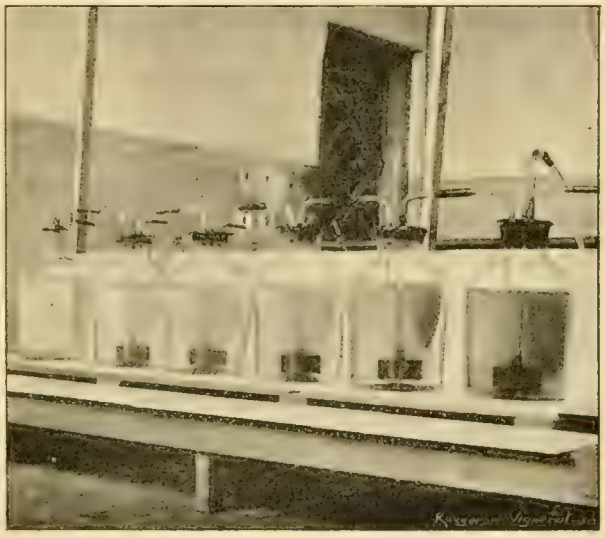


Fig. 7. — *Photographie des ozonisateurs de Oudshoorn, montrant la décoloration des eaux tourbeuses du Vieux-Rhin.* — L'eau coule de droite à gauche; l'ozone passe en sens inverse.

trait de tourbe : dès son passage dans la première éprouvette, la teinte de l'eau était devenue beaucoup plus claire; au sortir de la seconde éprouvette, elle était tout à fait limpide.

Nous reproduisons ici une photographie (fig. 7), prise à Oudshoorn, sur laquelle le changement de coloration des eaux tourbeuses du Vieux-Rhin, dans des bonbonnes où l'on fait passer le courant d'air ozonisé, est parfaitement apparent.

L'eau de la Seine, bien que beaucoup moins fortement colorée que celle du Vieux-Rhin, présente cependant une teinte jaunâtre sensible sous une épaisseur de quelques décimètres. On a pu se convaincre au Champ-de-Mars que cette eau, au sortir de l'appareil ozonisateur, peut rivaliser avec les eaux de source les plus pures sous le rapport de la limpidité; vue sous une grande épaisseur, elle ne montre qu'une teinte franchement bleue.

L'odeur et le goût répugnants, dus aux produits de putréfaction, sont détruits tout aussi rapidement et radicalement que la coloration. D'infecte et nauséabonde qu'elle était, l'eau est rendue en quelques instants parfaitement potable.

§ 4. — Addition de substances étrangères.

On avait émis la crainte, *à priori*, que l'ozonisation n'eût pour conséquence d'introduire dans l'eau des composés nouveaux, peut-être nuisibles. L'étincelle électrique s'accompagne, en effet, de la formation d'une petite quantité de corps nitreux : mais cette formation n'est pas possible dans un appareil où toutes les précautions ont été prises pour éviter les étincelles. M. van Ermengem n'a pu, malgré des analyses répétées, déceler la présence des nitrites en proportion pondérable dans les eaux du Vieux-Rhin après ozonisation. Il en a été de même à Paris.

On supposait aussi que la destruction de l'ozone en présence de l'eau pourrait donner naissance à des traces de peroxyde d'hydrogène. C'est, en effet, ce qui a lieu avec l'eau distillée ; mais il faut croire que la présence des matières organiques s'oppose à cette formation, car M. van Ermengem n'a jamais pu constater l'existence du peroxyde d'hydrogène dans l'eau stérilisée d'Oudshoorn.

La persistance de l'ozone dans l'eau n'est pas davantage à craindre. On sait combien ce corps est instable et avec quelle rapidité il se décompose spontanément ; il est donc tout naturel que l'eau, au sortir des appareils, ne possède ni l'odeur ni la saveur caractéristiques de l'ozone.

Un seul des éléments de l'eau se trouve notablement enrichi par l'ozonisation, c'est l'oxygène. D'après les analyses que M. van der Sleen a eu l'obligeance de nous communiquer, l'eau de la Seine qui, avant l'ozonisation, contenait 5 milligrammes d'oxygène dissous par litre, en renfermait 10 après le traitement.

C'est là encore une circonstance heureuse. L'aération et même la suraération de l'eau potable ne peuvent que l'améliorer. En outre, tandis que les eaux pauvres en oxygène donnent naissance, par leur contact avec le fer des canalisations à des sels ferreux solubles, qui se précipitent ensuite lorsque l'eau est exposée au contact de l'air, les eaux fortement oxygénées, au contraire, donnent lieu à la formation de sels ferriques insolubles : ces eaux ne deviennent donc jamais ferrugineuses.

IV. — Prix de revient du procédé.

Nous avons gardé pour la fin un côté fort important de la question, mais que nous ne pouvons qu'effleurer ici, le côté financier. A quel prix revient la stérilisation par l'ozone d'un mètre cube d'eau ? Il est impossible, on le comprend, de répondre d'une manière générale à la question ainsi posée.

En laissant de côté les frais de premier établissement, le coût de la stérilisation dépendra principalement de deux choses : de la teneur en matières organiques des eaux considérées et du prix auquel on devra payer le combustible.

Avec l'eau de la Seine, titrant environ 0,004 en permanganate, on peut compter sur un rendement de 5 mètres cubes d'eau stérilisée par 600 watts et par heure. L'usine de l'Exposition d'Hygiène, il est vrai, produisait davantage, jusqu'à 8 et 10 mètres cubes. Mais on a fait remarquer très justement l'inconvénient qu'il y aurait à vouloir obtenir un rendement trop voisin du maximum, avec un procédé dont le fonctionnement ne peut être réglé que d'une manière empirique et approximative, et le risque que l'on courrait ainsi de distribuer, à certains moments sans en être averti par rien, une eau incomplètement stérilisée. Il faut donc considérer ce chiffre de 5 mètres cubes comme le maximum compatible avec une sécurité complète.

En comptant seulement vingt heures de travail par jour, on peut aisément calculer qu'une ville comme Paris, qui consomme quotidiennement 300.000 mètres cubes d'eau potable, devrait employer à la stérilisation de ses eaux une force de 3.000 chevaux : chiffre qui n'a rien d'exorbitant, si l'on songe que le groupe électrogène du secteur des Champs-Elysées absorbe à lui seul cette même force de 3.000 chevaux.

On peut, du reste, prévoir que le prix de revient du mètre cube d'eau stérilisée s'abaissera encore, notamment si l'on parvient, ainsi que des essais satisfaisants permettent de l'espérer, à récupérer l'ozone non décomposé que renferme encore l'air au sortir des stérilisateurs, en faisant repasser cet air par les ozonisateurs.

Les inventeurs suggèrent la possibilité d'employer les mêmes machines à la production de la lumière électrique pendant la nuit, et à la stérilisation de l'eau pendant le jour : les bénéfices réalisés sur la lumière couvriraient les frais de la stérilisation des eaux. Nous laissons aux techniciens le soin d'apprécier la valeur pratique de ce projet.

D'autres combinaisons pourraient surgir : l'ozone produit en grande quantité et à bas prix se prêterait certainement à des applications multiples qui, vu l'impossibilité de conserver ce gaz et de le transporter, devraient se grouper autour de l'usine centrale.

Beaucoup de villes, dans les régions montagneuses, profitent aujourd'hui de la force gratuitement fournie par les chutes d'eau pour s'éclairer à la lumière électrique. Il semble que, dans ces

conditions, la stérilisation des eaux potables par l'ozone ne serait guère plus dispendieuse que la filtration, tout en donnant une eau d'une qualité supérieure. D'autres localités, particulièrement certaines stations coloniales, n'ont à leur disposition que des eaux que la filtration ne suffit pas à améliorer : soit des eaux de pluie recueillies dans des citernes et presque toujours plus ou moins corrompues, soit des eaux stagnantes chargées de matières organiques provenant des détritus végétaux ou animaux : devant l'impérieuse nécessité de se procurer, ne fût-ce qu'en petite quantité et pour les stricts besoins de l'alimentation, une eau saine, la question de dépense devient secondaire : l'ozonisation rendrait alors d'inappréciables services.

Tout permet donc de présager que l'intéressante démonstration due à M. Tindal deviendra le point de départ d'importantes applications. A la suite du récent concours de filtres qui semble avoir établi définitivement l'insuffisance de ces appareils, la ville de Paris a traité avec M. le baron Tindal pour un essai en grand de son procédé. Une usine est actuellement en voie de construction à Saint-Maur. Nous croyons savoir qu'un semblable projet est également à l'étude pour les villes d'Anvers et de Saint-Pétersbourg.

Dr J. Répin.
Attaché à l'Institut Pasteur.

LES RECHERCHES DE M. RECOURA

SUR UNE NOUVELLE CLASSE DE COMPOSÉS DU CHROME

Le 6 juin 1896, la *Société Chimique* avait réuni ses membres dans la grande salle de la *Société d'Encouragement* pour entendre une conférence de M. Recoura, doyen de la Faculté des Sciences de Dijon, sur « une nouvelle série de composés du chrome ».

Voici le résumé de cette très intéressante conférence :

I

L'étude des sels métalliques est peut-être une des plus ardues de la Chimie minérale. Leur aptitude à se combiner soit avec les acides, soit avec les bases, soit avec d'autres sels, et, d'autre part, les différences d'hydratation qu'ils peuvent présenter rendent ces composés susceptibles de variations fréquentes, que, le plus souvent, aucun signe extérieur ne laisse soupçonner.

Le cas des sels de chrome est particulièrement intéressant. Un même sel chromique peut être vert ou violet, et il semble que ce changement de couleur doive simplifier l'étude de ses transformations ; or, il se trouve qu'il y a, non pas deux, mais trois formes différentes d'un même sel. C'est ainsi, par exemple, qu'il y a trois sulfates chromiques : deux verts et un violet. La confusion des deux sels verts avait introduit, dans les travaux des nombreux auteurs qui ont étudié le métal de Vauquelin, de fréquentes contradictions.

Ce sont ces contradictions que M. Recoura s'est attaché à faire disparaître ; ses expériences l'ont amené à découvrir des composés singuliers, anormaux, des « monstres », suivant son expression pittoresque, qui échappent à la loi générale et par cela même sont des plus intéressants.

Nous avons dit qu'il existe trois variétés différentes d'un même sel de chrome. Le composé normal, qui est violet, peut éprouver deux modifications bien distinctes :

1° Tout sel violet dissous devient vert par ébullition.

2° A un sel violet solide correspond un isomère vert ; la dissolution verte de ce dernier n'a rien de commun avec le sel vert obtenu par ébullition de la solution violette.

Voyons d'abord la première de ces modifications :

La couleur verte produite en portant à 100° la solution violette ne persiste pas indéfiniment ; elle revient au violet plus ou moins vite, en un temps qui peut varier de quelques heures à quelques jours ; c'est le sulfate chromique de Traube qui reste le plus longtemps violet, c'est lui qui se laisse étudier avec le plus de facilité.

On peut démontrer, — en appliquant les méthodes thermochimiques, d'un grand secours dans ces expériences, — que le sulfate chromique violet $Cr^2O^3, 3SO^3$ dissous est dédoublé à 100° en un sel basique vert et en acide sulfurique libre.

En effet, si au sulfate transformé on ajoute la quantité de soude nécessaire pour neutraliser 1/6 de son acide sulfurique, on observe un dégagement de chaleur précisément égal à la chaleur de neutralisation d'un même poids d'acide sulfurique libre. Si, de plus, on ajoute de nouvelles quantités égales de soude, on obtient des dégagements de chaleur moindres. L'équation suivante représente donc bien le phénomène :

$$2(Cr^2O^3,3SO^3)\text{violet} + H^2O = 2Cr^2O^3,5SO^3\text{vert} + SO^4H^2\text{ libre.}$$

Ce sel basique n'a pas toutes les propriétés ordinaires d'un sel : ainsi, il ne précipite par le chlorure de baryum que 1/5 de son acide sulfurique, ce qui conduit à le formuler : $(2\,Cr^2O^3, 4SO^3), SO^3$ correspondant à un hydrate $(2\,Cr^2O^3, 4SO^3)H^2O$. L'action des alcalis différencie nettement le sulfate vert du sulfate violet, car, alors que ce dernier laisse précipiter l'hydrate normal $Cr^2O^3, 3\,H^2O$, l'autre donne $Cr^2O^3, 2H^2O$, nouvel hydrate dont il existe des sels : $Cr^2O^3, 2SO^3$, par exemple.

II

Arrivons maintenant à la seconde modification verte du sel normal violet.

Lorsqu'on chauffe très modérément le sulfate violet de chrome cristallisé $Cr^2O^3, 3SO^3 + 18H^2O$, il perd $10\,H^2O$ et devient $Cr^2O^3, 3SO^3 + 8H^2O$ vert, qui donne une solution verte. Il semble qu'on soit en présence d'une simple déshydratation ; mais ce sulfate a des propriétés singulières qui ne rappellent pas du tout celles d'un sulfate ordinaire. D'abord, le chrome et l'acide sulfurique y sont masqués, car il ne donne aucun précipité par le chlorure de baryum ; d'autre part, si à sa solution, stable lorsqu'elle n'est pas trop concentrée, on ajoute du sulfate de cuivre, il s'en empare, et le nouveau composé présente bien les caractères du cuivre, mais il ne précipite toujours pas le chlorure de baryum ; l'acide sulfurique total y est masqué. L'addition de sulfate de potassium aurait donné une combinaison analogue ; on peut obtenir toute une série :

$$Cr^2,\ 3SO^4,\ SO^4\,Cu,$$
$$Cr^2,\ 3SO^4,\ SO^4\,K^2,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

qui dérive de l'acide $Cr^2, 3SO^4, SO^4H^2$ ou acide chromosulfurique, que l'on peut isoler.

Mais ce sulfate vert peut se combiner non seulement à SO^4H^2, mais aussi à $2\,SO^4H^2$ et à $3\,SO^4H^2$; d'où les acides suivants :

$$Cr^2,\ 3SO^4,\ SO^4H^2 = (Cr^2.4SO^4)H^2$$
$$Cr^2,\ 3SO^4,\ 2SO^4H^2 = (Cr^2.5SO^4)H^4$$
$$Cr^2,\ 3SO^4,\ 3SO^4H^2 = (Cr^2.6SO^4)H^6.$$

Ces acides chromosulfurique, chromodisulfurique, chromotrisulfurique, sont tous très stables au-dessous de 170°, et dégagent, par leur union avec les bases, plus de chaleur que l'acide sulfurique.

On peut se demander, maintenant, s'il est possible d'obtenir de même des acides chromotétrasulfurique, chromopentasulfurique, etc. — En évaporant au bain-marie un mélange d'une molécule de sulfate de chrome avec quatre, cinq, six molécules d'acide sulfurique, le liquide d'abord vert foncé devient sirupeux ; puis, s'il est maintenu quelque temps à 115°, il se transforme en une lame transparente vitreuse à peine colorée en vert ; l'analyse montre que les nouveaux corps ainsi obtenus ont les compositions suivantes :

$$Cr^2,\ 3SO^4,\ 4SO^4H^2$$
$$Cr^2,\ 3SO^4,\ 5SO^4H^2$$
$$Cr^2,\ 3SO^4,\ 6SO^4H^2.$$

Ils sont solubles dans l'eau en donnant une liqueur opaline vert-clair ; ils précipitent tous les sels métalliques, et, chose curieuse, le précipité est toujours le même, qu'il provienne de l'acide chromotétrasulfurique ou de l'acide chromopentasulfurique. L'excès d'acide sulfurique reste dans la liqueur.

Les sels de cuivre donnent ainsi :

$$Cr^2,\ 3SO^4 + SO^4Cu.$$

Les sels de potassium :

$$Cr^2,\ 3SO^4 + SO^4K^2.$$

Ce sont des combinaisons de même composition que les chromosulfates, mais ils en diffèrent profondément. Le précipité cuivrique $Cr^2, 3SO^4 + SO^4Cu$, par exemple, ne peut être confondu avec le chromosulfate de cuivre, qui est soluble ; de plus, si on le fait bouillir avec huit molécules de soude, au lieu de donner un précipité d'oxyde noir de cuivre, comme le fait le chromosulfate de cuivre, il donne du chromite de cuivre Cr^2O^3, CuO. On est ainsi amené à écrire sa formule : $(SO^3)^4\,Cr^2O^3, CuO$ et à lui donner le nom de *sulfochromate* pour éviter la confusion avec le *chromosulfate*.

Au sulfochromate correspond un hydrate sulfochromique $(SO^3)^4\,Cr^2O^3, H^2O$, qui peut être isolé en chauffant l'acide chromotétrasulfurique à 150°. C'est une poudre grise soluble dans l'eau, pouvant donner directement les sulfochromites et déplacer de leurs sels les acides les plus énergiques.

L'oxyde de chrome présente donc cette particularité exceptionnelle de pouvoir s'unir à la fois à des groupes acides, à des groupes basiques pour donner les sulfochromites. Aucun fait de ce genre n'avait encore été signalé jusqu'ici en Chimie minérale.

III

Il reste à établir que les transformations fondamentales du sulfate de chrome sont communes à tous les sels de chrome, c'est-à-dire qu'ils existent tous sous trois variétés différentes : une violette et deux vertes.

Le chlorure, à première vue, fait exception.

On le croyait vert à l'état normal, car sa solution ne donne que des cristaux verts $Cr^2Cl^6 + 13H^2O$ par évaporation. Mais, en examinant de plus près cette solution, on constate que, maintenue en vase clos pendant quelques jours, elle devient violette et conserve indéfiniment cette couleur.

De plus, si dans un calorimètre on ajoute à 1 molécule de Cr^2Cl^6 6 molécules de soude, on observe un dégagement de chaleur $q = 63^c$ lorsque la solution verte est récente. Si l'on renouvelle l'essai de temps en temps, pendant la transformation de la solution en vase clos, q diminue et devient bientôt égal à 43^c; à partir de ce moment, q ne varie plus. Enfin, l'action du chlorure de baryum sur le sulfate violet donne le chlorure violet (Lœwel), qui est donc bien la forme normale du chlorure chromique.

On peut, du reste, obtenir des cristaux violets, non pas par concentration de la solution, puisque celle-ci devient alors verte, mais en faisant passer un courant de gaz chlorhydrique dans un mélange des deux variétés : il se trouve, en effet, que le chlorure violet cristallise vingt-quatre heures avant l'autre.

Il résulte de ce qui vient d'être dit au sujet du chlorure, que la forme verte, la plus stable à 100°, l'est aussi en solution concentrée.

Le sulfate, lui, reste violet lorsqu'on concentre sa solution. Cette différence peut être effacée : elle tient à ce que le sulfate cristallise avant qu'on ait atteint la concentration pour laquelle il devient vert; car, si l'on produit du sulfate dans une quantité d'eau trop faible pour le dissoudre, il se fait un précipité vert.

IV

Les résultats essentiels de cette étude sur les composés du chrome peuvent être résumés ainsi :

Tout sel de chrome violet à l'état normal peut éprouver deux modifications :

1° Par ébullition de la solution violette il se produit un premier sel basique vert;

2° Par déshydratation partielle du sel violet cristallisé, on obtient un second sel vert, très différent du premier.

Dans le premier de ces deux sels verts, une partie de l'acide est masquée aux réactifs ordinaires; dans le second, le chrome et l'acide sont totalement dissimulés.

Enfin, la deuxième modification verte du sulfate peut donner naissance, par union avec l'acide sulfurique, à des composés chromosulfurique et sulfochromique, véritables acides complexes plus énergiques que l'acide sulfurique.

Il est naturel de se demander, avec l'auteur, si les sels d'autres métaux ne présentent pas des particularités analogues à celles qu'on rencontre dans les sels chromiques. Selon toute vraisemblance, le chrome ne saurait être une exception. De nouvelles études seront sans doute entreprises en vue de juger cette importante question de philosophie chimique.

M. Recoura a étudié méthodiquement toutes ces réactions. Il n'a pas abusé, de parti pris, des formules dites de constitution, bien inutiles ici du reste. Certains lui en tiendront compte, d'autres pourront l'en blâmer; pour notre part, nous n'avons pu qu'applaudir à une série de recherches aussi délicates qu'ingénieuses, conduites avec beaucoup de persévérance, et que M. Recoura a su exposer avec tant de limpidité et de méthode.

Marcel Guichard.

LES RÉCENTS TRAVAUX

DES « NAVAL ARCHITECTS » AMÉRICAINS

La reconstitution de la Marine américaine, en l'espace de quelques années, a été une œuvre des plus remarquables. Il y a dix ans, elle ne comptait, pour ainsi dire, pas; aujourd'hui, elle n'est pas loin d'être une des premières du monde. Les hommes, très jeunes pour la plupart, auxquels est dû ce prodigieux effort, ont voulu, comme leurs collègues d'Angleterre et de France, créer des réunions où ils pourraient librement échanger leurs vues sur les questions à résoudre et bénéficier les uns les autres de l'expérience acquise dans leurs travaux individuels. Ils ont fondé dans ce but, en 1893, sous le nom de *The Society of Naval Architects and Marine Engineers*, une association où sont admis constructeurs, mécaniciens, marins, yachtmen, et tous ceux qui concourent à produire les matériaux dont on se sert dans la construction et l'armement des navires.

Cette association qui, dès 1893, comptait 435 personnes (membres, associés et juniors), s'est réunie pour la première fois le 16 novembre 1893. Elle a chaque année publié une série de mémoires, lus à ses séances, et dont l'intérêt est considérable.

Nous allons analyser quelques travaux de ses membres et indiquer les idées générales qui se dégagent à la fois des mémoires et des discussions auxquelles ils ont donné lieu au sein de la Société. Notre but est moins d'indiquer la valeur de tel ou tel mémoire en particulier que de donner une idée de l'effort qui s'est accompli en Amérique

pour la marine militaire. Cet effort, nous le verrons peut-être se renouveler à bref délai pour la marine marchande si, comme ils en manifestent l'intention, les constructeurs et armateurs des États-Unis savent faire profiter leur pays des idées qu'ils recueillent habilement sur le continent européen et particulièrement en France [1], pour chasser le pavillon anglais de l'Amérique et lui substituer le pavillon des États-Unis. Une association composée d'hommes actifs et entreprenants sera certainement d'un grand appui dans cette lutte, qui promet d'être intéressante.

I. — Production des grosses pièces d'acier forgé pour les machines, les canons et les pièces de blindage, — par M. Davenport.

Il y a huit ans environ, il n'existait pas, aux États-Unis, d'usine outillée pour produire les grosses pièces d'acier forgé nécessaires à la construction des machines modernes, des canons de gros calibres et des plaques de blindage. On était obligé de se contenter de pièces de fer forgé, malgré l'infériorité de ce dernier métal.

Il y avait déjà longtemps qu'en Europe on employait en grand l'acier forgé. *Krupp* avait, dès 1851, exposé à Londres une pièce d'acier au creuset, pesant 2 tonnes 25; en 1873, il envoyait à Vienne une pièce d'environ 52 tonnes, obtenue par le même procédé. Les fours Martin-Siemens se prêtent bien mieux que les creusets à la production économique et sûre de gros lingots d'acier, parce qu'on peut obtenir un produit homogène en coulant simultanément dans un même moule le produit de plusieurs fours. Après s'être d'abord développé en France, où le *Creusot* posséda, dès 1877, un matériel capable de produire des lingots de 110 tonnes et un marteau-pilon de 100 tonnes pour le forgeage, ce procédé fit aussi de rapides progrès en Angleterre, notamment dans les maisons *Vickers* et *Cammel*. Sir J. *Whitworth*, de Manchester, fit faire à la fabrication de l'acier forgé un nouveau progrès très important en comprimant, au moyen d'une presse hydraulique, l'acier encore fluide et pendant sa solidification, et ensuite en substituant la presse hydraulique au marteau-pilon pour le forgeage.

Les États-Unis cependant devaient acheter en Europe les grandes pièces d'acier forgé. La *Midvale Steel Cy* à Nicetown, Philadelphie, commença la première à produire un acier d'excellente qualité pour les canons de 152 millimètres et au-dessous, puis pour ceux de 203 et enfin, plus récemment, créa un marteau de 40 tonnes, qui lui permit d'aborder la fabrication des canons de 254 et de 305 millimètres.

C'est en 1885 que les administrateurs de la *Bethlehem Iron Cy*, prévoyant les besoins futurs de la marine et de l'industrie, se déterminèrent à installer dans leurs ateliers un matériel de premier ordre.

L'examen de l'état de l'industrie métallurgique à cette époque les conduisit à estimer que le procédé de fabrication et les machines-outils, dont se servait la maison *Whitworth* pour la confection des pièces de forge, assurait à ses produits la supériorité sur tous les autres. Ils passèrent, en 1886, un contrat aux termes duquel la Société anglaise devait leur fournir : 1° un matériel complet pour comprimer l'acier à l'état fluide, comprenant une presse de 700 tonnes et une grue de 125 ; 2° deux presses à forger hydrauliques de 5.000 et 2.000 tonnes avec leurs machines, leurs pompes et leurs accessoires : 3° enfin de grandes machines-outils, tours, machines à aléser, etc., et des plans de fours à produire l'acier. — L'usine de Bethlehem était autorisée à envoyer à Manchester des agents techniques chargés de compléter leur instruction relativement aux méthodes et aux pratiques de chantier. Les appareils, les machines et les plans devaient être aussi parfaits que les derniers sortis de l'usine de Manchester et établis en tenant compte des dernières expériences. L'exécution de ce contrat, loyalement tenu, assura à l'usine américaine un matériel supérieur en beaucoup de points à celui de son fournisseur.

En même temps, on édifiait à Bethlehem de vastes ateliers qui recevaient quatre fours Martin d'une capacité de 110 à 120 tonnes chacun, et un grand atelier d'ajustage, dont l'outillage dépassa de beaucoup ce qui avait été fait jusque-là en Amérique. Malgré les retards apportés par la maison Whitworth, l'usine de Bethlehem n'hésita pas à accepter de soumissionner, dès le mois de mars 1887, pour la fourniture de deux lots d'acier forgé, l'un de 1.300 tonnes pour les gros canons, l'autre de 6.700 tonnes pour plaques de cuirasse et elle put commencer dans l'automne de 1888 l'exécution des premières grosses pièces de forge.

Dans l'intervalle, la même Société traitait avec le Creusot pour l'achat des plans et des renseignements nécessaires à l'installation de la fabrication des gros blindages en acier. Là encore, l'administration de la *Bethlehem Iron Cy* avait vu juste : reconnaissant la supériorité des cuirasses d'acier sur les cuirasses compound, elle ne recula pas devant les sacrifices nécessaires pour faire l'acquisition des meilleurs procédés de fabrication en usage. Là encore, elle chercha à faire mieux que ses fournisseurs, en remplaçant le pilon de

[1] Notamment en mettant à profit les idées développées par M. André Lebon dans son discours de Nantes.

100 tonnes par un de 125, en portant la longueur de la face de forgeage de deux mètres à trois mètres, en augmentant la pression de la vapeur et en améliorant les accessoires, notamment la machine à cintrer les blindages et le matériel de trempe. Les premières plaques furent forgées au courant de l'été 1891.

Pendant qu'on installait le marteau pilon, les presses à forger travaillaient sans relâche, et on fut conduit à penser que, pour satisfaire aux besoins probables, il était à désirer qu'on établît une presse plus forte. Une presse à forger à deux cylindres, d'une puissance totale de 14.000 tonnes, dont les pompes sont conduites par des machines de 15.000 chevaux compléta l'outillage.

M. Davenport insiste sur le courage et l'esprit d'entreprise avec lesquels les directeurs et les administrateurs de la *Bethlehem Iron Cy* ont osé engager dans les constructions et dans l'outillage plus de 25 millions, et cela *avant que le Gouvernement eût décidé de mettre en adjudication la fabrication des canons et des plaques de blindage*, et il admire la suite dans les idées qui les a conduits à dépenser d'autres millions d'année en année pour amener leur usine à l'état de prospérité où elle est arrivée aujourd'hui. Les Américains se félicitent que de tels résultats aient été obtenus *par l'initiative privée, sans aucune aide du Gouvernement.*

M. Davenport, après avoir exposé les grandes lignes du développement de la fabrication de l'acier forgé aux États-Unis, termine par quelques remarques sur les méthodes à employer pour obtenir des pièces saines offrant le maximum de résistance.

1° *Coulée des lingots.* — Un grand nombre d'expédients sont employés pour éviter les défauts des lingots : retassures, soufflures, criqûres, etc. La meilleure méthode à employer est l'application du procédé *Whitworth* par compression de l'acier liquide. Les pièces obtenues aux ateliers de Bethlehem sont de tout point excellentes, grâce à ce procédé.

2° *Conditions d'ébauchage et de forgeage.* — Si on travaille au marteau-pilon, il faut que la force vive soit convenablement proportionnée aux dimensions de la pièce à travailler, des marteaux trop petits et trop peu puissants, agissant par coups vifs et répétés, donnent à la section des lingots forgés une forme concave, qui indique un travail mal fait et une altération du métal. Les marteaux d'un grand poids, tombant sous l'action de la pesanteur, sont bien préférables ; l'emploi de presses qui agissent lentement, mais uniformément, détermine plus sûrement l'écoulement de la matière ; il permet d'obtenir des produits plus homogènes et de meilleure qualité. — Le grand marteau de 125 tonnes et les presses à forger de Bethlehem sont donc des outils d'une valeur exceptionnelle.

Parmi les travaux pour lesquels l'emploi de la presse est particulièrement avantageux, il faut citer la fabrication des pièces creuses sur mandrin. A l'Exposition de Chicago, Bethlehem avait exposé un arbre de navire de 508 millimètres de diamètre et de 20^{m} 42 de long, dans lequel était percé un trou cylindrique de 203 millimètres ainsi obtenu.

3° *Traitement après forgeage.* — On améliore les qualités des pièces forgées en les soumettant au recuit et à la trempe. Pour les arbres de couche des navires et les pièces d'acier forgé entrant dans la confection des machines marines, il y a beaucoup à faire dans cet ordre d'idées, étant donnée l'importance qui s'attache à diminuer le poids et à augmenter la résistance de ces pièces.

4° *Additions de corps étrangers.* — M. Davenport relate les résultats obtenus grâce à l'introduction dans l'acier de chrome, de tungstène, de manganèse, d'aluminium et de nickel. A la suite des succès obtenus par le *Creusot*, avec son acier au nickel, la marine américaine adopta cet acier pour les blindages. La fabrication fut entreprise par *Bethlehem* et par M. *Carnegie*, et, en moins d'un an, ces usines arrivaient à d'excellents résultats, qui sont depuis cette époque obtenus d'une façon courante.

Les propriétés varient beaucoup avec la proportion du nickel. Pour les blindages, on se sert d'un acier contenant environ 3,25 °/₀ de nickel. Avec cette proportion la présence du nickel augmente la résistance à la rupture et la limite élastique, sans abaisser d'une manière équivalente l'allongement et la striction ; la limite élastique est en même temps augmentée par rapport à la résistance à la rupture : d'autre part la cristallisation après forgeage est contrariée, et le métal a tendance à prendre une forme à petits grains ou amorphe. Les effets de la trempe sont accentués, et c'est surtout quand cet acier est trempé que ses qualités se trouvent particulièrement améliorées. Les essais de plaques montrent que la résistance au choc est meilleure. De telles qualités recommandent l'emploi de ce métal, non seulement pour les plaques de blindage, mais pour la fabrication des canons et des pièces de machine et aussi d'autres produits.

Pièces de forge pour canons. — On a recouru à des aciers spéciaux pour accroître la résistance des pièces de forge entrant dans la fabrication des canons. Ainsi on s'est servi d'acier chrômé pour des pièces de petites dimensions devant avoir une grande résistance et une grande limite élastique comme le canon à segments *Brown*, mais, en général, on emploie l'acier au nickel. Voici (Tableau I) les résultats moyens d'essai des bandes

prises en travers sur tout un lot de pièces de forge en acier au nickel pour canons de 203 millimètres de diamètre (éprouvettes de 12 m/m 7 de diamètre et de 5 c/m de long.)

Tableau I. — Essais de résistance d'acier au nickel

	RÉSISTANCE A LA RUPTURE PAR m/m 2	LIMITE ÉLASTIQUE PAR m/m 2	ALLONGEMENT %	STRICTION %
Tube	65k,52	40k,98	21k,2	42k,0
Jaquette	70k,23	42k,18	20k,4	45k,9
Frette	76k,70	47k,94	20k,5	46k,9

Il est probable que ces tubes d'acier au nickel offriront une résistance plus considérable aux érosions dans l'âme que l'acier ordinaire.

Blindage. — Le nickel améliore beaucoup la qualité du blindage d'acier en diminuant la fissilité. L'usine française de *Saint-Chamond*, grâce à l'emploi du chrôme et du nickel, a amélioré grandement la résistance à la pénétration. On est arrivé au point de vue de la pénétration à d'excellents résultats par le harweyage qui est appliqué maintenant avec succès aux plaques épaisses comme l'ont montré les résultats d'essai des plaques destinées au *Maine* [1].

Arbres et pièces de machines. — Pour les arbres et les pièces de machines, les conditions exigées pour le *Maine* sont à peu près celles de la Marine anglaise et de la Marine de commerce. Voici les conditions des cahiers des charges. La résistance à la rupture sera d'au moins 39k,4 avec un allongement moyen d'au moins 28 °/o mesuré sur des éprouvettes de 15m/m, 7 de diamètre et de 50 m/m 8 de long coupées sur des témoins pleins prolongeant les pièces de forge. Pour les bielles et les tiges de piston, on admet un acier un peu plus dur ayant une résistance minima de 45k,70 et un allongement minimum de 25 °/o. Il n'est rien imposé relativement au recuit ou à la limite élastique. Mais les conditions précédentes montrent qu'on se sert d'un acier bien doux dont la limite élastique descend souvent au-dessous de 19k et est en moyenne d'à peu près 21k.

Le principal intérêt qu'il y a à employer une semblable qualité d'acier pour les pièces de machines provient de ce qu'on est plus sûr d'obtenir de bons résultats quand on fabrique les pièces en question dans des forges dont l'outillage est insuffisant et qui n'ont pas l'expérience du traitement de l'acier dur avec lequel il faut beaucoup plus de ménagements.

Malgré cela, il est évident qu'on a tout intérêt à employer un métal plus dur, à limite élastique plus élevée.

D'abord dans les parties de la machine qui sont soumises à des efforts exceptionnellement grands, la limite élastique élevée est une condition de sécurité. A terre, sur les locomotives où les soies de manivelle en acier doux cassaient comme si elles avaient été en fer, on a obtenu d'excellents résultats en adoptant pour ces pièces de l'acier plus dur. La durée des tiges de piston des marteaux-pilons a été augmentée de la même façon.

En second lieu, il y a intérêt à réduire le poids; l'emploi d'un métal plus résistant est donc avantageux pour les machines marines. Il faut en même temps, toutes les fois qu'on le peut, faire les pièces creuses, mais dans ce cas *il faut avoir soin de donner au trou central un diamètre suffisant pour qu'on puisse forger la pièce sur mandrin;* les pièces ainsi travaillées sont de qualité bien supérieure.

Si l'on emploie de l'acier sans addition de corps étranger, le métal dont il convient de se servir est de l'acier mi-dur, qui a une limite élastique d'environ 32 k, un allongement de 23 °/o sur des éprouvettes de 50 m/m 8 et une striction de 50 à 55 °/o. Il est bon que ce métal soit trempé et recuit, et, pour qu'il prenne bien la trempe, on fera autant que possible les pièces creuses, on diminuera l'épaisseur des sections rectangulaires, on mettra de fortes nervures et on proscrira les angles aigus rentrants et les changements brusques d'épaisseur.

On réalise un progrès encore plus considérable en substituant à cet acier de l'acier au nickel dont les propriétés ont été indiquées plus haut. Cet acier, trempé et recuit après forgeage, a une limite élastique comprise entre 35 et 38 k, un allongement de 23 °/o et une striction de 55 à 60 °/o. Même au cas où on ne peut tremper à cause de l'irrégularité de la forme de la pièce et de l'épaisseur de la section, il y a avantage à se servir de cet acier qui est merveilleusement approprié à la construction des arbres et des pièces de machines marines.

Les deux arbres porte-hélice du *Brooklyn* et les deux lignes d'arbres intermédiaires du *Iowa* sont en acier au nickel. Les premiers ont 431 millimètres de diamètre extérieur et 279 millimètres de diamètre intérieur; les seconds 399 et 247 millimètres. Ces arbres ont été forgés sur mandrin aux presses hydrauliques de Bethlehem et trempés à l'huile. Le tableau II donne les résultats d'essai.

Pliage à froid. — Le pliage à froid a porté sur une éprouvette de 63 m/m 5 × 63 m/m 5 et de 457 millimètres de long qui fut pliée sous la presse hydraulique jusqu'à 180°. Les bouts étant rapprochés jusqu'à n'être distants que de 12 millimètres, il n'y eut qu'une légère criqûre à l'angle du côté de l'intérieur.

Cet acier, en raison même de ses qualités, offre une plus grande résistance aux outils que l'acier doux et doit rester plus longtemps sous les ma-

[1] On sait cependant que le bénéfice est relativement moins grand pour les plaques très épaisses.

chines-outils; mais si le prix d'ajustage se trouve ainsi majoré, le travail en lui-même ne présente aucune difficulté. — En résumé, l'augmentation de prix dû à l'emploi d'acier au nickel pour les

Tableau II. — Essais de traction.

DIMENSION DES ÉPROUVETTES	RÉSISTANCE A LA RUPTURE	LIMITE ÉLASTIQUE	ALLONGEMENT %	STRICTION %
12,7 m/m sur 50 m/m 8 de long.	67k,00 68k,06	45k,61 46k,34	26k,63 25k,80	62k,57 62k,32
25,5 m/m sur 254 m/m de long.	66k,68	47k,96	17k,60	57k,25

pièces de forge est largement compensée par la diminution de poids qui en résulte.

II. — Les navires en acier, — par M. Ch. Wilson, ancien constructeur en chef (U. S. N.).

M. *Wilson* s'est attaché à donner la classification et les traits généraux des navires en acier de la Marine des Etats-Unis construits pendant une période de dix années, de 1883 à 1893. Sans entrer dans le détail de chaque bâtiment en particulier, il passe rapidement en revue les progrès accomplis et joint à son mémoire la vue en plan et la coupe au milieu des principaux navires. Comme M. *Russell W. Davenport*, il insiste d'une façon toute particulière sur la rapidité avec laquelle a été menée la réfection de la Marine des États-Unis. En 1883 on ne possédait en Amérique que des moyens très rudimentaires pour faire les coques de navires; en 1893, l'outillage des États-Unis, soit dans les chantiers de l'État, soit dans les chantiers privés, rivalise avec celui de n'importe quelle autre puissance, et dans ce laps de temps la flotte qui était, en 1883, réduite à quelques bâtiments sans grande valeur, est devenue l'une des plus importantes du monde, non seulement par le nombre des navires, mais par leur valeur propre. Quarante-trois navires, d'un déplacement total de 182.366 tonnes, et deux torpilleurs ont été terminées ou mis en chantier. Pour comparer le progrès accompli à celui réalisé par les Marines étrangères dans le même temps, M. *Wilson* a dressé, d'après lord *Brassey*, le tableau III (p. 610) qui donne le nombre et le déplacement total des bâtiments de chaque classe construits pendant la même période de temps dans les principales Marines. Il indique également la proportion pour laquelle chaque classe entre dans le tonnage total afférent à chaque pays. Cette proportion est naturellement assez variable suivant la position géographique et politique des différentes nations; mais elle est très intéressante parce qu'elle montre l'importance qu'on attache ici aux torpilleurs, là aux croiseurs, ailleurs aux cuirassés. Il faut remarquer que les idées n'ont pas toujours été très suivies et qu'un tel tableau donne simplement une moyenne. En outre, on sait pertinemment que des bâtiments entrés en service il y a dix ans quand il y avait à peine de petite artillerie, pas de canons à tir rapide ni d'obus à explosifs puissants, sont notoirement inférieurs à ceux mis en chantier dans ces dernières années. Comme dans toutes les statistiques, les chiffres n'ont de valeur réelle qu'à condition d'être bien compris de ceux qui ont à s'en servir.

En ce qui regarde plus particulièrement les Etats-Unis, voici, en résumé, les idées qui ressortent de la note de M. Wilson :

La classe des *avisos* n'a pas grande valeur au point de vue militaire, mais le développement qu'elle a reçu est en rapport avec les exigences du temps de paix; c'est ainsi qu'on a eu besoin de navires de cette classe dans la mer de *Behring*, aux iles *Samoa* et en *Chine*.

L'absence totale de *contre-torpilleurs* et le manque de *torpilleurs* constituent des lacunes à combler dans le plus bref délai possible.

La somme des déplacements des *croiseurs protégés* comprend à peu près la moitié du tonnage total de la flotte construite dans ces dernières années. Les croiseurs des États-Unis, et, en particulier, ceux faits sur les derniers plans, *Olympia*, *Columbia*, *Minneapolis*, *New-York* et *Brooklyn* prouvent bien nettement qu'on a rempli le programme des États-Unis pour cette classe de navires, programme d'après lequel on doit toujours faire les croiseurs, navire pour navire, *plus grands*, *plus rapides et plus puissamment armés que n'importe lequel de ceux qu'ils pourraient rencontrer*. C'est un programme qui date des guerres d'il y a cent ans et dont on ne s'est pas départi.

Les cuirassés d'escadre sont moins bons : M. Wilson estime que ce n'est pas le moment de discuter quel doit être le type du cuirassé d'escadre, mais il ajoute que de tous les navires de cette classe en construction, il n'y en a guère que cinq qui puissent être regardés comme remplissant à peu près les conditions requises. Il est vrai que les six monitors constituent des auxiliaires d'une très grande valeur pour la défense des ports, mais ils ne peuvent être considérés comme pouvant faire partie d'une escadre, quoiqu'on puisse les utiliser dans certaines occasions.

III. — Machinerie des nouveaux navires. — par M. Melville, mécanicien en chef (U. S. N.).

Un grand nombre d'ingénieurs de haute valeur ont retourné sous toutes ses faces la question du

Tableau III. — Navires terminés ou mis en chantier de 1883 à 1893.

TYPES DE NAVIRES	ÉTATS-UNIS			GRANDE-BRETAGNE			FRANCE			RUSSIE			ITALIE			ALLEMAGNE			ESPAGNE		
	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL	NOMBRE DE NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	DÉPLACEMENT DES NAVIRES DE CHAQUE CLASSE	FRACTION DU DÉPLACEMENT TOTAL
Avisos et canonnières	9	12.169	6,6	51	56.175	6,90	9	5.930	1,6	10	11.844	4,8	8	6.225	3,2	13	24.446	17,8	10	9.018	7,9
Contre-torpilleurs	0	.....	.....	36	[1] 25.491	3,13	19	14.935	3,9	5	3.669	1,5	18	14.025	7,0	20	7.842	5,7	14	9.094	8,0
Croiseurs protégés	16	65.607	35,8	73	337.591	41,50	28	104.503	27,9	5	35.458	14,3	15	44.805	22,8	4	20.474	14,9	6	18.203	15,9
Croiseurs cuirassés	3	24.670	13,5	9	56.890	7,0	7	37.050	9,9	8	70.714	28,5	4	26.416	13,4	0	0	0	8	61.438	53,9
Cuirassés	5	48.967	26,7	28	330 749	40,7	28	203.987	54,6	16	126.281	50,9	8	99.060	50,5	13	76.403	55,9	1	10.058	8,8
Monitors	6	26.436	14,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Service spécial [2]	4	5.517	3,0	1	6.726	0,8	3	7.742	2,1	.... [3]	0	0	....	6.035	3,1	7	8.127	5,7	2	6.279	5,5
Torpilleurs	2	.....	.....	132	.....	.....	177	.....	.....	82	0	.....	133	.....	.....	145	.....	.....	38	.....	.....
	45	183.366	100,0	330	813.622	100,08	271	374.147	100,0	126	247.966	100,0	196	196.566	100,0	202	137.286	100,0	79	114 090	100,0

N.-B. — Le total des déplacements est fait sans tenir compte des torpilleurs.

[1] Ce chiffre ne comprend pas les contre-torpilleurs type *Havock*, mis en chantier vers la fin de 1893.

[2] Bâtiments écoles et navires de types spéciaux, comme le *Vesuvius* et le *Katahdin*.

[3] Les chiffres ne sont pas connus, mais il y a quelques navires de cette catégorie en chantier.

meilleur plan des machines marines ; ce problème a été résolu en pratique de manière à laisser peu de chose à faire aux auteurs de plans les plus ingénieux, sauf en ce qui concerne les détails.

Un des points les plus importants est d'assurer aux machines une marche économique aux allures modérées auxquelles elles fonctionnent ordinairement. Autrefois, quand la vitesse maxima était d'environ 12 nœuds, rien n'était plus aisé que de s'arranger pour qu'à égalité de distance parcourue la marche à 8 nœuds fût aussi et même plus économique que celle à toute puissance, mais sur les navires modernes qui filent 18 à 20 nœuds, ce n'est pas du tout la même chose de réduire la vitesse à 10 nœuds. Lorsqu'une seule machine de 16.000 chevaux n'en développe plus que 1.500, le frottement des pièces mobiles absorbe à lui seul un grand nombre de chevaux et réduit la puissance réellement utilisable à peu de chose. En outre la condensation qui se produit dans les énormes cylindres d'une grande machine à expansion multiple réduit notablement la puissance. Pour ces deux causes, l'économie qu'il y a à marcher à faible allure est extrêmement réduite et peut se changer en dépense.

Parmi les solutions proposées pour résoudre ce problème, la plus ancienne consiste à attacher sur le même arbre deux machines, de manière à pouvoir débrayer celle de l'avant aux allures réduites. C'est le cas de l'*Italia*, du *Lepanto*, du *Brooklyn*, du *New-York* et de beaucoup d'autres navires [1]. Quand le nombre des cylindres a été multiplié par l'adoption des machines à triple expansion on a eu naturellement l'idée de dételer les grands cylindres pour la marche à allure réduite de manière à fonctionner en compound avec les deux petits cylindres seuls. Les cylindres peuvent alors travailler presque à pleine puissance à l'allure réduite ; sans doute leur fonctionnement est loin d'être aussi économique que celui d'une machine à triple expansion destinée à produire le même nombre de chevaux, mais il est encore moins dispendieux que si l'on faisait marcher à allure réduite la machine à triple expansion établie en vue de développer la puissance beaucoup plus considérable, nécessaire pour réaliser la vitesse maxima. C'est la méthode employée sur le *Maine*, sur les croiseurs russes et quelques autres navires.

Le procédé qu'on imagina ensuite consiste à subdiviser la puissance totale entre trois machines au lieu de deux en employant trois hélices. De cette façon, aux petites vitesses on se sert de la machine centrale seule, les hélices latérales étant débrayées et tournant librement. On perd ainsi la force employée à traîner les hélices latérales dans l'eau, tandis qu'on gagne d'autre part en supprimant les frottements excessifs qui se produiraient aux deux grandes machines marchant à faible allure sur des navires à hélices jumelles. Les expériences du mécanicien en chef Isherwood, à l'arsenal de *Mare Island*, en 1874, sur la puissance nécessaire pour faire tourner les hélices débrayées montre que la perte résultant de cette manière de faire est très faible ; elle est sans contredit bien inférieure à celle que causeraient les frottements excessifs sur un navire à deux hélices. Les essais de la *Columbia* n'ont pas encore, croyons-nous, permis de chiffrer l'économie réalisée, mais d'ici peu la comparaison des résultats observés sur la *Columbia* et le *New-York* permettra d'élucider complètement cette question.

Un autre procédé très ingénieux a permis de combiner une machine à la fois très légère, très économique à pleine puissance et capable de donner encore des chiffres de consommation faibles à allure modérée. La machine est à quadruple expansion ; les cylindres à haute pression reçoivent la vapeur de chaudières multitubulaires, plus puissantes que des chaudières cylindriques à poids égal ; ils évacuent dans un réservoir où la vapeur ainsi détendue se rencontre avec la vapeur provenant directement de chaudières cylindriques ; un détendeur permet de régler la pression de cette vapeur de manière qu'elle soit exactement égale à celle de la vapeur qui sort du cylindre à haute pression. C'est, comme on le voit, une généralisation de l'idée d'après laquelle on a quelquefois pris dans les réservoirs la vapeur nécessaire pour les machines auxiliaires. Aux allures modérées, on dételle les grands cylindres et on marche avec les trois autres en triple expansion ; on a donné à ces cylindres des proportions convenables pour que la machine placée dans ces conditions puisse fonctionner économiquement à une pression de 7 k. 8. Les chaudières cylindriques sont timbrées à cette pression, tandis que les chaudières multitubulaires fournissent la vapeur aux cylindres à haute pression à 12 k. 2 dans le cas de la marche à quadruple expansion.

En ce qui concerne l'économie de charbon à vitesse modérée, il y a un point sur lequel l'attention n'a pas été suffisamment attirée jusqu'ici. Tout le monde sait que les nombreux appareils auxiliaires indépendants de la machine principale absorbent une quantité de vapeur considérable qui n'est pas employée directement à la propulsion. M. le professeur *Hollis* a, le premier, montré en détail combien la proportion de vapeur absorbée par ces petites machines indépendantes croît aux petites allures. Il en résulte une diminution de

[1] En particulier des cuirassés type *Hoche*.

l'économie de combustible et du rayon d'action. On se trompe grossièrement en calculant théoriquement le rayon d'action d'après la force en chevaux de la machine principale aux diverses allures et en allouant ensuite pour chaque force en chevaux une certaine consommation de charbon d'où on déduit la capacité à donner aux soutes. Pour un navire américain dont le rayon d'action à 10 nœuds est évalué à environ 25 milles, M. *Melville* a fait le calcul exact en tenant compte de la consommation exigée pratiquement par les machines auxiliaires, et il a trouvé que le rayon d'action n'excéderait probablement pas 11 milles.

Il y a vingt ans toutes les pompes étaient attelées sur la machine principale; on les a enlevées l'une après l'autre: au point de vue du fonctionnement, rien de mieux; mais, si on fait intervenir la question d'économie, on est amené à se demander si on a agi sagement en multipliant les petits moteurs qui sont de gros mangeurs de vapeur au lieu de faire mener comme autrefois les pompes par la machine principale qui, lorsqu'elle est bien comprise, est beaucoup plus économique. Il y a des pompes alimentaires qui, aux essais, consomment 54 k. 5 de vapeur par cheval, tandis que sur nos machines principales, le cheval s'obtient avec 9 k. environ. Dans cet ordre d'idées, M. *Melville* rappelle qu'au Congrès international des Ingénieurs mécaniciens à Chicago, M. *Dickie* a proposé de mener la pompe à air par la machine principale, et il ajoute que M. *Bailey* (assistant constructor U. S. N.) a établi les plans d'une pompe à air qui, même dans des circonstances défavorables, a donné un vide de 53 millimètres à la vitesse de 1000 tours, allure qui n'a été atteinte jusqu'ici sur aucun torpilleur. Les petits lance-torpilles récemment construits en Amérique qui ont été faits en vue de marcher à 700 tours par minute ont reçu des pompes à air Bailey.

En ce qui concerne le poids de l'appareil moteur et évaporatoire, des machines de 100 kilos par cheval paraissent d'un autre âge, et on descend à 25 k. sur les torpilleurs. Il ne faudrait pas aller trop loin dans cette voie, mais jusqu'ici heureusement on n'a pas eu d'accident ayant la légèreté pour cause.

M. *Melville* est un chaud partisan du tirage forcé intelligemment appliqué, et il s'élève avec force contre les gens qui soufflent alternativement le chaud et le froid sur cette question et qui, après avoir prôné le tirage forcé, s'écrient au moindre accident que c'est une *invention du diable* et qu'il faut le proscrire partout. Si l'on employait de semblables arguments d'une manière générale, on condamnerait toutes les méthodes modernes. Entre les deux modes de tirage forcé en usage, soit *en vase clos*, soit avec *cendriers fermés*, M. *Melville* se déclare en faveur du second. Toutefois il est d'avis que son application devient d'une extrême difficulté sur les navires de guerre à cause de la présence du pont protecteur et de la subdivision du compartimentage; les ventilateurs qui refoulent dans les cendriers peuvent ne pas déterminer une circulation d'air convenable à travers toute la chaufferie; la chaleur devient intolérable et, si les chaudières se comportent bien, les hommes sont à moitié cuits; c'est pourquoi, sur les grands navires de guerre récents, on a adopté exclusivement le tirage en vase clos, malgré la supériorité de l'autre système.

Un autre mode économique de tirage forcé consiste dans l'adoption de très hautes cheminées. Ce procédé, généralement employé à terre pour activer la combustion, a été jusqu'ici relativement peu développé à bord. L'attention a été attirée sur ce point par M. Denny de *Scotland*, qui a installé sur le *Scot* une cheminée montant à 36 m. 75 au-dessus des grilles. Bien qu'il n'y ait pas d'expériences précises, on peut admettre qu'une augmentation de hauteur de 1 mètre équivaut à une augmentation de un millimètre dans la pression de l'air. On voit de quelle efficacité peut être une augmentation de hauteur de 17 à 12 mètres. La *Campania* et la *Lucania* ont des cheminées de 30 m. 62 de haut sans autre mode de tirage forcé; le *Brooklyn* et l'*Iowa* recevront des cheminées de 30 m. 50, et tous les nouveaux navires américains auront désormais de hautes cheminées.

M. *Melville* rappelle enfin que, depuis quelques années, MM. *Brown* et *Cie* en Angleterre ont essayé le tirage forcé par aspiration des produits de la combustion au moyen de puissants ventilateurs prenant dans la cheminée. Le principe est le même que celui des jets de vapeur insufflés dans la cheminée, mais il n'y a pas de perte d'eau douce.

En ce qui concerne les chaudières elles-mêmes, la principale objection qu'on a faite aux chaudières multitubulaires consistait dans le peu de durée qu'aurait, à ce qu'on pensait, une chaudière formée d'une multitude de petits tubes. Cependant certaines chaudières multitubulaires ont servi pendant cinq ou six ans sans détérioration sensible, et quelques-unes, alimentées à l'eau douce, durent depuis plus dix ans dans les mêmes conditions. Les essais sont poursuivis sur le *Monterey* qui a reçu quatre chaudières multitubulaires du type *Ward* en même temps que deux chaudières cylindriques. Si la durée de ces appareils est satisfaisante, la chaudière cylindrique aura vécu.

Le poids de l'appareil moteur proprement dit a lui-même beaucoup diminué. Comme tout le monde le sait, cela tient à trois causes: l'augmentation de

la pression de la vapeur, l'accroissement de la vitesse du piston et l'emploi de matériaux plus résistants. Les vitesses du piston ont plus que doublé dans les quinze dernières années; sur les grands navires américains récents, la vitesse de piston est d'environ 4 m. 80 par minute et sur les plus petits, les torpilleurs notamment, elle dépasse 5 m. 10. Si on trouve des matériaux qui permettent de réduire le poids des pièces animées d'un mouvement alternatif, M. *Melville* ne voit pas de raison pour que la vitesse de piston ne puisse être accrue bien davantage, ce qui entraînera des réductions de poids encore plus considérables.

Si l'adoption des chaudières multitubulaires se généralise, on emploiera de très hautes pressions puisqu'on atteint déjà 12 k. 2 sur les torpilleurs avec plein succès. Si l'acier au nickel devient, au cours des dix années prochaines d'un emploi aussi commun que l'est aujourd'hui l'acier doux, il en résultera une forte diminution de poids, d'autant plus qu'on attend cette extension de l'acier au nickel pour remplacer la fonte dans la confection des cylindres des machines américaines. En fait, les questions de grande vitesse de piston et d'emploi de matériaux meilleurs qu'autrefois sont connexes par cette raison que la limite des vitesses de piston est maintenant fixée par le poids des pièces alternatives dont l'inertie devient si grande au delà d'une certaine vitesse que le piston ne travaille pas, mais est simplement entraîné. Si le poids des pièces alternatives pouvait être réduit on pourrait accroître la vitesse du piston jusqu'à ce que la même limite se trouvât atteinte.

Un point qui intéresse beaucoup tous les mécaniciens est la consommation du charbon aux essais de puissance. Tout le monde a entendu parler de 0 k. 68 comme d'une consommation par cheval convenable pour des appareils à triple expansion bien proportionnés, recevant leur vapeur de chaudières à haute pression. Malgré tout le soin apporté on n'a jamais pu obtenir sur les machines américaines moins de 0 k. 90 à toute puissance, et quelquefois la consommation a atteint 1 k. 175. M. Melville appelle l'attention sur ce fait que, sur des navires de commerce, le rapport de la surface de grille à la surface de chauffe est d'environ 1 à 75. Sur des navires de guerre américains, elle ne dépasse guère 1/35 et par suite, à toute puissance, on brûle une quantité de charbon beaucoup plus considérable par mètre carré de surface de grille. La température monte beaucoup plus haut que dans le cas des navires de commerce, de telle sorte qu'une grande quantité de chaleur passe par la cheminée sans être utilisée. Cela suffit pour expliquer la différence précédente.

M. Melville dit ensuite quelques mots du type d'indicateurs adoptés pour calculer les diagrammes. Lorsqu'on passa les marchés pour la construction des premières machines, au moment de la réfection de la flotte, on manquait de données certaines, n'ayant comme renseignements d'essais que ceux de navires étrangers. On exigea des fournisseurs une force en chevaux déterminée avec une prime de 2.500 francs par cheval en plus et une pénalité égale par cheval en moins. L'évaluation de la force en chevaux prit, par conséquent, une importance capitale, et on fut amené à faire des expériences très soignées sur les indicateurs. Ces expériences montrèrent qu'il n'y a pas d'indicateurs convenables à toute pression, et que les meilleurs arrivent néanmoins à donner des différences considérables surtout sur de grands navires. Ces différences peuvent atteindre 1/10 pour une machine de 1000 chevaux. Il en résulta des pertes pour les fournisseurs qui s'étaient fiés jusque-là aux anciens indicateurs et on décida de ne plus employer d'autres indicateurs que ceux qui auraient été essayés à l'arsenal de New-York, où on possède un laboratoire muni des appareils de mesure les plus perfectionnés et les plus précis qu'il y ait au monde. Les fabricants d'indicateurs, stimulés par ces conditions, présentèrent des indicateurs à ressort dont les indications ne diffèrent pas de plus de 3 % de l'un à l'autre. Ces indicateurs ont donné toute satisfaction, et leurs erreurs sont remarquablement uniformes. Dans les essais faits pour le gouvernement on tient compte des corrections nécessaires.

M. Melville termine son article en préconisant pour le temps de paix la construction de toute une petite flottille d'avisos-transports de 2.500 tonnes de déplacement et de 1.500 chevaux de puissance. Ce seraient, avec un plus grand rayon d'action, des bâtiments presque identiques à nos avisos-transports destinés à rendre le même service que ceux-ci et n'ayant pas plus qu'eux la prétention de prendre part à une guerre sérieuse.

IV. — Soutes a charbon et embarquement du charbon. — par M. Niblack.

Un embarquement rapide du charbon est un facteur de la puissance d'un navire. On attache aujourd'hui une telle importance à la vitesse qu'on alloue des primes énormes aux constructeurs pour un quart de nœud en plus de la vitesse prévue; or un quart de nœud représente, à grande allure, beaucoup moins d'une minute; on ne saurait chiffrer, dans ces conditions, la valeur du temps employé à faire du charbon. Ce qu'on peut dire, c'est que souvent les choses se passeront comme dans la poursuite du paquebot *Itata* par le *Charleston*. Ce croiseur manqua l'*Itata* de six heures environ à *Acapulco*; mais il dut relâcher

dans ce port pour faire du charbon et ne put rejoindre l'*Itata*, et cependant le *Charleston* est un des navires de la flotte américaine les mieux aménagés au point de vue de l'embarquement du charbon.

Sur les navires récents, la tendance à augmenter la vitesse et le rayon d'action rend cette question d'approvisionnement encore plus importante : d'un autre côté, l'accroissement de consommation des machines auxiliaires rend indispensable une très forte augmentation de la quantité totale du charbon à loger à bord. Un approvisionnement considérable et un embarquement rapide du charbon sont deux facteurs essentiels de la puissance.

Le temps qu'on met à remplir une soute n'est nullement proportionnel à la quantité de charbon qu'elle contient. Au moment où la soute est près d'être remplie, le temps qu'exige l'arrimage est bien plus considérable qu'auparavant. Le tableau IV, ci-dessous, peut donner une idée du temps nécessaire :

admettre que les navires de guerre auraient à prendre leur charbon soit d'un navire charbonnier, soit d'une prise par une mer un peu houleuse. Dans ce cas, on ne pourra pas ouvrir les sabords trop voisins de la flottaison, et il faudra faire descendre le charbon soit par les écoutilles, soit ce qui vaut mieux, par des manches en tôle montant jusqu'au pont supérieur et aboutissant directement dans chaque soute. Des cornes, disposées aux différents mâts ou sur des mâtereaux spéciaux, peuvent alors permettre d'envoyer rapidement dans chaque soute la quantité de charbon contenue dans un très grand récipient. Naturellement la manœuvre des cornes et celles des seaux, qui courent sur un chemin de fer en T placé le long de cette corne doivent se faire au moyen de treuils à vapeur ou électriques. La meilleure solution consisterait à avoir des manches ou des puits communiquant dans chaque soute ; mais les ponts supérieurs sont déjà tellement encombrés par les passages des munitions, les manches à escarbilles et les écoutilles de toutes sortes, que, le plus souvent il sera nécessaire d'utiliser des passages destinés à d'autres usages, et on pourra s'en servir avantageusement à condition qu'on ait soin de les mettre à l'aplomb de la soute. Bien entendu, ce n'est pas une raison pour se dispenser de percer dans la muraille, au-dessus du cofferdam, des sabords de dimensions convenables pour l'embarquement du charbon. On

Tableau IV. — Temps nécessaire pour l'embarquement et l'arrimage du charbon sur les navires américains.

	CONTENANCE TOTALE DES SOUTES EN ANTHRACITE	NOMBRE DE SOUTES	CONTENANCE INDIVIDUELLE DES SOUTES	QUANTITÉ DE CHARBON EMBARQUÉE PAR HEURE NON COMPRIS L'ARRIMAGE	TEMPS NÉCESSAIRE POUR REMPLIR COMPLÈTEMENT LES SOUTES Y COMPRIS L'ARRIMAGE	QUANTITÉ DE CHARBON EMBARQUÉE PAR HEURE Y COMPRIS L'ARRIMAGE
	Tx		Tx Tx	Tx	heures	Tx
Atlanta	498	26	4 à 27,5	18	33	15,1
Chicago	837	29	11 à 39,5	30	28	29,8
Charleston	770	21	12 à 132	30	26	29,6
York-Town	386	24	11 à 27	20	24	16,1
Baltimore	1,163	33	12 à 114	22	60	19,4
San Francisco	638	32	3,5 à 47	20	33	19,3
Newark	813	31	4,5 à 72	30	28	29,0

Ce temps dépend beaucoup de l'emplacement des écoutilles et des trous d'homme qui servent au remplissage. Lorsque l'opération se fait à travers des ouvertures communiquant directement avec le pont supérieur, l'embarquement se fait rapidement. Les portes de côté qui existent sur beaucoup de croiseurs ne peuvent servir que par beau temps ; elles se prêtent bien à l'embarquement fait dans les conditions ordinaires où le charbon est pris dans des allèges amarrées le long du bord ; mais encore faut-il que les ouvertures soient suffisamment grandes, et que les mannes, dans lesquelles on prend le charbon pour le passer de main en main depuis le sabord jusqu'à la soute, soient d'une forme et d'un poids qui les rendent maniables.

Les chiffres du tableau IV sont établis en supposant que le charbon est pris dans des allèges accostées des deux bords. Ce procédé, très convenable lorsque le chargement se fait soit dans un port, soit dans une rade abritée, ne peut être employé à la mer lorsqu'il y a un peu de houle. Or, en Amérique, les dépôts de charbon sont assez peu nombreux, et on doit

pourra d'ailleurs, au moyen de rails et de chariots amovibles, accélérer le transport du charbon du sabord au trou d'homme qui donne dans la soute.

Nous avons dit tout à l'heure que l'arrimage était la partie la plus longue du travail lorsque la soute était à peu près pleine. A ce moment les hommes sont gênés, travaillent courbés dans un espace restreint et l'ouvrage n'avance pas. Plus les soutes sont grandes, plus le remplissage se fait vite et facilement. Il serait bon de donner au navire des soutes suffisamment grandes pour contenir tout le charbon nécessaire sans qu'on ait besoin de remplir complètement les soutes. Il faudrait que, lorsqu'on a pris le charbon correspondant au rayon d'action prévu et au fonctionnement des appareils auxiliaires pendant un laps de temps déterminé, il restât une certaine hauteur

au-dessous du plafond des soutes qui ne fût pas remplie, le bâtiment étant immergé jusqu'à la ligne d'eau en charge ; de cette façon on pourrait, le cas échéant, supprimer presque complètement le supplément de temps dû à l'arrimage, tout en mettant à bord du navire la totalité du charbon qui lui est nécessaire.

Au point de vue de la rapidité des opérations de chargement les grandes soutes valent beaucoup mieux que les petites. M. Niblack indique un plan dans lequel les soutes à charbon placées au-dessus du pont blindé seraient toutes disposées transversalement et séparées en deux par une cloison médiane ; malheureusement ce plan, parfait au point de vue théorique, est, comme il le reconnaît lui-même, difficile à réaliser en pratique, les soutes à charbon longitudinales devant être conservées comme concourant à la protection contre les torpilles, et l'emploi exclusif de soutes à charbon transversales amenant à des augmentations de longueur peu admissibles pour des bâtiments de guerre. Malgré cela, l'idée de faire les soutes à charbon les plus grandes qu'on peut, étant donné le compartimentage nécessaire pour la sécurité du navire, mérite d'être prise en considération, ainsi que la règle qui consiste à faire arriver le charbon directement dans ces soutes soit des soutes supérieures qui sont dans la tranche cellulaire au-dessus du pont blindé, soit des écoutilles ou des trous de passage, qui se trouvent à l'aplomb les uns des autres depuis le pont blindé jusqu'au pont supérieur. D'ailleurs, cela se concilie parfaitement avec cet autre *desideratum*, d'après lequel le nombre d'ouvertures à percer dans le pont blindé doit être aussi petit que possible, même quand ces ouvertures doivent être hermétiquement bouchées au combat[1].

S'il ne se dégage pas de la note de M. Niblack un plan bien net, du moins il en sort un certain nombre d'idées générales qui ont paru frapper beaucoup les constructeurs américains et qui doivent appeler l'attention sur la disposition qu'ils donneront aux soutes et aux passages de charbon sur leurs prochains navires.

V. — Plans des ferry-boats de New-York. — par M. A. Stevens

Un *ferry-boat* est la continuation ou le prolongement d'une grande route sur un cours d'eau navigable. Au point de vue légal, un *ferry* est quelque chose d'hybride entre un bateau et un pont. Cette analogie n'existe pas seulement au point de vue légal, mais aussi en ce qui concerne la construction.

C'est surtout à New-York que les ferrys ont pris une grande importance. La situation et le commerce de New-York ont fait de sa flotte de ferrys la première du monde.

Ces bateaux, qui doivent transporter rapidement d'une rive à une autre de lourdes voitures, une grande quantité de piétons, etc..., sont tenus de satisfaire à certaines conditions générales. Leur coque doit être très rigide de manière que les paliers de l'arbre porte-hélice restent bien en ligne droite. Il faut une forte stabilité longitudinale pour éviter qu'un lourd chargement, placé à l'avant, ne fasse trop plonger cette partie du bateau. Le navire doit pouvoir bien gouverner, même quand il pique du nez, être capable de bien manœuvrer quand il marche en avant avec les machines stoppées, porter de lourds chariots de transport sans que la coque fatigue, avoir une forme convenable pour fendre la glace. Le poids de coque doit être aussi petit que possible ; le tirant d'eau n'excède pas $3^{m}40$, et on donne aux ferrys une stabilité transversale suffisante pour la sécurité mais sans plus.

La machine doit partir et se renverser rapidement, être capable de subir de grandes variations de puissance, tout en étant très économique à l'allure normale qui correspond aux deux tiers de la puissance ; elle doit être simple, robuste et facile à manœuvrer, à visiter et à réparer. Les chaudières surtout ont à satisfaire à des exigences multiples et quelque peu contradictoires : elles ne doivent pas être susceptibles de primage, elles doivent satisfaire avec le moins de perte possible aux variations dans le débit. La vapeur doit être accumulée dans un réservoir à chaque stoppage ; en marche les chaudières ne sont pas assez puissantes pour alimenter la machine d'une manière continue, il en résulte qu'au départ de chaque escale la pression monte au-dessus de la moyenne et, à l'arrivée à l'escale suivante, elle est tombée au-dessous. Même avec le plus grand soin, il est difficile d'éviter quelques pertes par le tuyau d'échappement.

La machinerie auxiliaire des ferry-boats modernes consiste en une pompe à air, une pompe de circulation, une pompe alimentaire, une pompe de cale et d'incendie, les servo-moteurs de gouvernails, des dynamos pour l'éclairage et un ventilateur servant à volonté pour aspirer l'air vicié ou pour insuffler de l'air chaud dans les cabines.

Les ferry-boats de *New-York* sont de deux sortes : à roues et à hélices :

Avec les roues le bateau stoppe moins facilement qu'avec les hélices ; la machine et les roues prennent une grande place sur le pont. Le bâtiment pique facilement du nez quand il est chargé sur l'avant, et cela au détriment de la capacité de manœuvre, d'ailleurs faible aux petites allures. Sur les ferrys à roues les machines à balancier sont les plus employées ; elles sont très simples, peu coûteuses de premier établissement et, jusqu'ici, on les a trouvées économiques au point de vue de la consommation du charbon.

[1] Incidemment M. Niblack est amené à dire quelques mots des moyens essayés pendant les manœuvres anglaises de 1893 pour embarquer le charbon à bord des navires à la mer et en marche ; l'appareil *Temperley*, expérimenté pendant ces manœuvres, a permis d'embarquer jusqu'à 51 tonneaux par heure sur l'*Anson*. Les Anglais ont éprouvé plus de difficultés lorsqu'il s'est agi de délivrer à des torpilleurs ou à d'autres petits bateaux du charbon pris sur un grand navire. Un système, qui parait encore supérieur au précédent en ce qui concerne l'embarquement du charbon, est le procédé Paul, dans lequel une barque servant de charbonnier peut décharger dans le navire à approvisionner jusqu'à 100 tonneaux de charbon par heure au moyen d'une série de seaux fonctionnant comme ceux d'une drague : cette drague permet d'envoyer le charbon soit au-dessus du pont supérieur, soit par un sabord de flancs. Naturellement, il est encore plus facile d'approvisionner un grand bateau qu'un petit.

Sur les ferrys à grand nombre de passagers, on emploie l'hélice comme propulseur. Les ferrys de *New-York* dérivent tous d'un type unique ; ils ont un arbre rigide qui traverse le navire de bout en bout et fait tourner une hélice à chaque extrémité ; cet arbre est actionné par une ou deux machines. Un ferry-boat avec une hélice unique a été construit et mis en service sur une des rivières du Nord, et, dans ces derniers temps, un ferry de New-York a été remis en service avec une seule hélice à la suite de la rupture d'un de ses propulseurs. Les propulseurs n'ont pas eu à souffrir de la glace, même quand on en a mis deux.

Les bateaux à une seule hélice sont beaucoup plus économiques à même vitesse ; mais la moins grande capacité à aller en arrière dans une direction déterminée, la différence dans la facilité d'évolution suffisent pour expliquer que les bateaux à deux hélices jouissent d'une plus grande faveur. La nécessité de renverser promptement la marche a conduit à l'adoption de deux machines afin d'avoir deux cylindres à haute pression avec leurs manivelles à angle droit.

La stabilité initiale est naturellement moindre sur les navires à un pont que sur les navires à deux qui sont obligatoires pour certaines routes. Les ponts dans les nouveaux navires ont moins de porte-à-faux sur la coque que dans les anciens.

Les ferrys viennent toucher aux quais en entrant dans un court chenal formés de pilotis qui les guident : plus on accroît la masse et la vitesse de ces petits bateaux, plus on est obligé de renouveler souvent les files de pilotis. On s'est aperçu que les navires trop stables ou trop rigides étaient susceptibles de se détériorer davantage en choquant contre ces pilotis. Il y a intérêt, pour moins détériorer les pilotis, à accroître la largeur du gouvernail et à se servir de propulseurs à trois ailes au lieu de quatre.

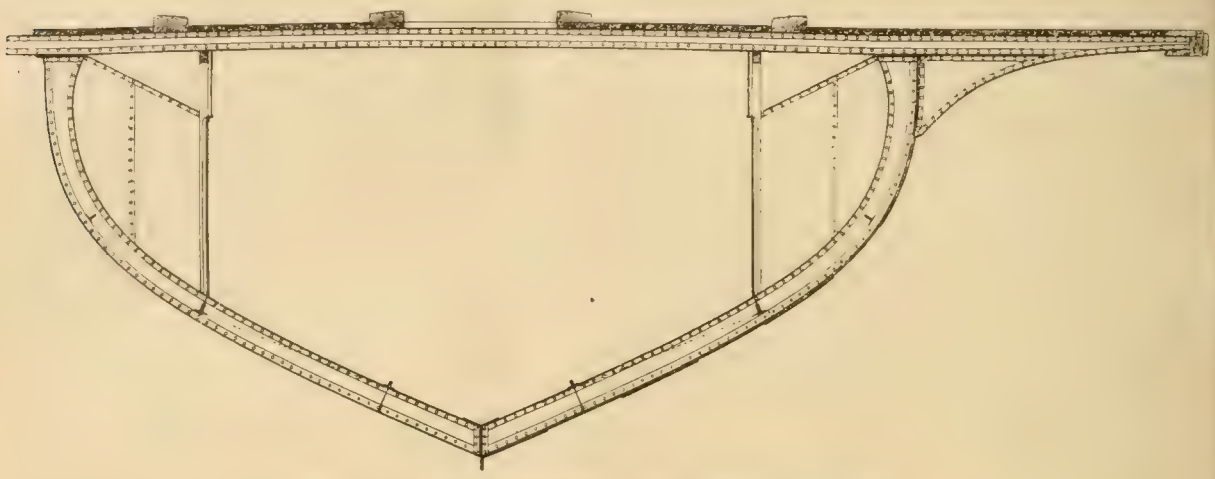


Fig. 1. — *Coupe au milieu du « Ferry-boat* Bergen », 1887.

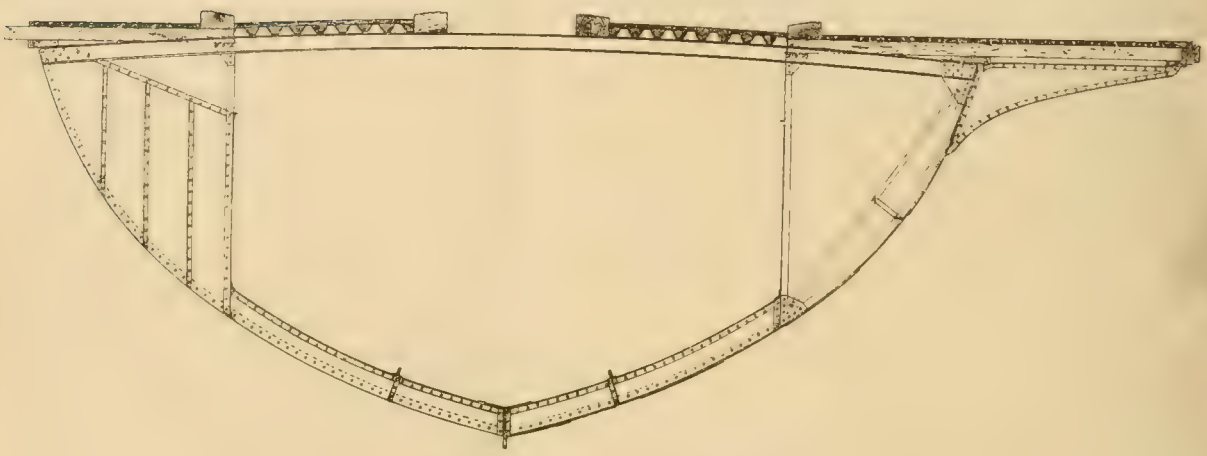


Fig. 2. — *Coupe au milieu du « Ferry-boat* Netherlands », 1892.

Pour la construction de la coque, les deux figures ci-jointes, relatives, l'une (fig. 1) au *Bergen*, l'autre (fig. 2) au *Netherlands*, montrent les principales différences entre les anciens et les nouveaux ferry-boats. Le *Bergen* a une machine à triple expansion avec des cylindres ayant respectivement 470 millimètres, 660 millimètres et 1 m. 067 avec 61 centimètres de course. Le *Netherlands* a deux machines compound avec des cylindres de 457 millimètres, 965 millimètres et 711 millimètres

de course. La machine du *Bergen* est dessinée pour une pression de 11, 25; celle du *Netherlands* pour une pression de 9,86; les chaudières sont du type amirauté. Sur le *Netherlands* il y a un grand réservoir de vapeur entre les deux chaudières. Quant à la question de luxe et de confort, il y a autant de différence entre les ferrys construits il y a dix ans et ceux nouvellement mis au service qu'il y en a entre les anciens wagons et les *Pullman* actuels.

VI. — Évolution du lévrier de l'Atlantique, — par M. Charles Cramp

Le célèbre constructeur américain M. *Cramp* nous donne un aperçu des transformations apportées aux grands paquebots transatlantiques depuis 1870, en se plaçant principalement au point de vue de la vitesse, et il fait suivre cet historique de considérations intéressantes à connaître.

La principale faute des constructeurs anglais provient de leur aversion contre la stabilité initiale, de leur répugnance à accepter les fortes hauteurs métacentriques. Dans le but d'assurer au navire des périodes de roulis aussi longues et des mouvements aussi doux que possible, les Anglais dessinent des paquebots dépourvus de stabilité initiale et les font tenir droits en employant un lest d'eau très lourd, dont le transport coûte cher sans rien rapporter. M. *Cramp* condamne absolument ce système défectueux, dans lequel l'addition d'un poids mort considérable est indispensable pour assurer aux paquebots la stabilité requise. Sans doute les cellules du double fond doivent être installées de manière à servir de water-ballast pour redonner au navire une assiette convenable ; mais l'introduction d'eau ne doit pas être nécessaire au point de vue de la stabilité. Avec le procédé anglais, il n'y a aucun avantage à tirer de la disparition du charbon consommé ou de l'absence de chargement ; un paquebot ainsi dessiné doit, pour être stable, rester toujours dans ses lignes d'eau, et on est conduit à lui faire traîner mille à deux mille tonnes dans ses water-ballasts.

L'introduction de l'eau dans de nombreux compartiments et l'expulsion de ce liquide sont commandés d'une station centrale et se font au moyen de soupapes et de pompes avec contrôleurs électriques. La vie d'un millier de passagers se trouve ainsi mise à la merci de l'homme de commande qui est chargé de manœuvrer habilement les touches d'une sorte de piano; il y a là une source de dangers qui est à éliminer.

Les errements des constructeurs anglais sont inadmissibles, étant donné qu'on peut construire des navires qui soient stables, sans aucun préjudice pour leurs autres qualités nautiques et en éliminant le facteur humain, toujours dangereux au point de vue de la sécurité. Il faut donner aux paquebots de la stabilité initiale, de manière qu'ils puissent se tenir droits et flotter, quelle que soit la variation du tirant d'eau, et en dépit de toute erreur dans la manœuvre des robinets.

En ce qui concerne les dimensions des navires, la limite paraît atteinte. Les conditions hydrographiques imposent une limitation du tirant d'eau et, celui-ci étant donné, la longueur et la largeur sont également limitées. Le rapport de la largeur au tirant d'eau ne dépasse pas 3 et il est hors de doute que sa meilleure valeur est d'environ 2,5. Pour que la poutre formée par le navire ait la solidité suffisante, M. Cramp lui assigne un peu moins de neuf fois sa largeur. En un mot, un tirant d'eau de 8^{m} 50, une largeur de 21^{m} 50, une longueur de 180 à 190 mètres paraissent des maxima qu'il convient de ne pas dépasser.

Au point de vue des propulseurs, il convient de ne pas atteler sur une seule hélice une machine trop puissante, étant donné le diamètre de l'hélice, diamètre qui est imposé par le tirant d'eau; la force serait mal utilisée. Par exemple, pour un grand navire calant 8^{m} 50, à moins d'admettre un nombre de tours trop considérable pour marcher économiquement à pleine allure pendant cinq à six jours, on ne doit pas dépasser 12.000 chevaux sur chaque arbre. Donc, si l'on a besoin de plus de 12.000 chevaux, il faut mettre deux hélices, et, si l'on doit dépasser 24.000, il ne faut pas hésiter à en mettre trois. Ce raisonnement s'applique aux navires de toute grandeur ; les chiffres seuls changent en raison du diamètre de l'hélice.

M. Cramp termine en donnant les éléments principaux des navires qu'il construisait à ce moment pour la *Compagnie de Navigation internationale*: le *Saint-Louis* [1] et le *Saint-Paul*.

Longueur à la flottaison	$163^{m},4$
Longueur totale	$168^{m},8$
Largeur maxima	$19^{m}.2$
Creux	$12^{m},8$
Tonnage brut	11.177 Tx.
Cabines de 1re classe	320 passagers.
Cabines de 2e classe	200 —
Cabines de 3e classe	900 —

La propulsion est donnée par deux hélices jumelles actionnées par deux machines à quadruple expansion, développant une puissance collective de 20.000 chevaux environ. L'arrière est en croix avec deux bosses horizontales. Le plan mince est très réduit, presque supprimé, la quille courbe se relevant de manière à venir presque rencontrer les pieds des couples bossus de la croix.

A. Croneau,
Professeur à l'École d'Application du Génie maritime

[1] Le *Saint-Louis* a été lancé le 12 novembre 1894, et le *Saint-Paul* a suivi quelques mois après.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Ocagne (Maurice d'), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **Cours de Géométrie descriptive et de Géométrie infinitésimale.** — 1 *vol. in-8° de 428 pages avec 340 fig. (Prix: 12 fr.). (Encyclopédie des Travaux publics.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Indépendamment des élèves-ingénieurs sortis en rang utile de l'Ecole Polytechnique, l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées reçoit des auditeurs *externes* dont les connaissances scientifiques sont à peu près celles qui font l'objet des Cours de Mathématiques spéciales. Ces connaissances étant évidemment insuffisantes pour permettre de suivre avec fruit les cours de pure application, on a dû instituer à l'Ecole des Ponts, pour les élèves externes, un ensemble de cours préparatoires constituant en quelque sorte un résumé des parties les plus essentielles de l'Enseignement polytechnique. L'ouvrage de M. d'Ocagne est le développement de l'un de ces cours, celui de Géométrie. Il est divisé en deux parties : la première est relative aux compléments de Géométrie descriptive, la seconde à la doctrine des infiniment petits et à ses applications aux propriétés des lignes et des surfaces. Chacune des deux parties se subdivise en quatre autres, en sorte que l'ouvrage se compose de huit chapitres ayant des objets distincts et bien définis.

Les chapitres I, III et IV (*Projections cotées, ombres usuelles, perspective linéaire*) ne donnent lieu à aucune observation spéciale. Les théories dont il s'agit sont exposées d'une manière fort méthodique et les principes y sont accompagnés d'exemples nombreux et soigneusement choisis.

Le chapitre II doit nous arrêter un peu plus longtemps ; il renferme une exposition nouvelle de la *perspective axonométrique*, faite particulièrement en vue de la théorie des ombres, qu'elle précède immédiatement. Au lieu de rattacher ce mode de représentation à la perspective ordinaire, l'auteur définit la perspective axonométrique par la construction même qui permet de marquer sur la feuille de dessin la perspective axonométrique d'un point. Cette manière de voir étant admise, nous n'avons que des éloges à donner à M. d'Ocagne pour la suite de son exposition. Mais n'eût-il pas mieux valu partir de la définition ordinaire, puis transformer presque immédiament cette définition dans celle que M. d'Ocagne propose, de manière à mettre à profit l'un et l'autre des deux points de vue, pour les développements ultérieurs? On aurait de la sorte, ce nous semble, évité quelques difficultés, notamment en ce qui concerne les contours apparents de la surface.

Les chapitres V et VI sont consacrés à la *Géométrie infinitésimale des lignes planes ou gauches* et nous gagerions volontiers qu'ils constituent la partie de son livre pour laquelle l'auteur éprouve la tendresse la plus vive. Peut-être a-t-il fait à ses travaux personnels une part un peu trop léonine, et il n'est pas bien certain que toutes les formules qu'on trouve ici soient indispensables pour l'art de l'ingénieur. Mais, qui peut le plus peut le moins, et nous ne saurions blamer un professeur de ses nobles efforts pour suggérer à ses élèves le goût des méthodes fécondes et des formules élégantes! Deux choses doivent surtout frapper dans les chapitres V et VI : c'est, d'une part, le souci constant de l'évaluation rigoureuse de l'ordre des infiniment petits négligés, et du signe des grandeurs géométriques ; et, d'autre part, l'application à la Cinématique. « Elle montre, » dit l'auteur, « comment « cette science peut être rattachée à la Géométrie des « figures variables lorsqu'on a d'abord envisagé celle-« ci sans faire intervenir la notion du déplacement, « ce qui, au point de vue philosophique, paraîtra sans « doute plus satisfaisant. »

Le chapitre VII concerne la *courbure des surfaces* ainsi que les *lignes de courbure*, les *lignes asymptotiques*, les *lignes géodésiques*, etc. Quant au chapitre VIII, qui est le dernier, il se rapporte à des *surfaces particulières* et notamment aux *surfaces réglées* gauches ou développables. On sait que la loi de variation des plans tangents aux divers points d'une génératrice d'une surface gauche comporte trois formes principales : théorème de l'obliquité, paraboloïde des normales, correspondance homographique entre les points de contact et les traces des plans tangents sur une droite quelconque. Il est regrettable que M. d'Ocagne ait omis de signaler la troisième forme, qui est de beaucoup le plus importante au point de vue de l'art du Trait; nous avons montré, en effet, dans nos cours et depuis bien longtemps, avec quelle facilité cette troisième forme permet de résoudre dans tous les cas le problème du plan tangent et le problème inverse; les tracés auxquels elle conduit sont d'ailleurs simples, uniformes et indépendants du mode de représentation employé. Jusques à quand continuera-t-on à se complaire dans les paraboloïdes et les hyperboloïdes de raccordement? Nos Nestors (et ils sont nombreux, hélas!) parlent sans cesse du surmenage, sans soupçonner que sa vraie cause est dans le maintien des calculs informes et des méthodes surannées!

En résumé, et malgré les quelques réserves fort timides que nous avons cru devoir faire dans l'intérêt même de l'Auteur, l'ouvrage de M. d'Ocagne nous paraît un livre excellent, appelé à rendre de réels services et à figurer avec honneur dans l'*Encyclopédie des Travaux publics* de M. Lechalas. Parfaitement adapté, par le choix des matières, à sa destination, il est, en outre, écrit avec une merveilleuse clarté; et il suffit d'en lire quelques pages pour reconnaître, chez son savant auteur, les qualités maîtresses du professeur habile et expérimenté.

Eugène Rouché.

Carvallo (E.), *Agrégé de l'Université, Examinateur à l'Ecole Polytechnique.* — **Méthode pratique pour la résolution numérique complète des équations algébriques ou transcendantes.** — 1 *vol. in-4° de 32 pages (Prix : 1 fr. 50). Nony et Cie, éditeurs. Paris,* 1896.

C'est d'une de ses thèses de doctorat (1890) que M. Carvallo a tiré le présent ouvrage : il y rend rigoureuse et pratique une méthode due à Gräffe, de Zurich (1839), pour la résolution des équations numériques. Les méthodes théoriques habituellement enseignées, comme celles de Lagrange ou de Sturm, sont d'un usage limité par une pratique des plus pénibles. Au contraire, M. Carvallo a fait de la méthode de Gräffe un instrument simple et rapide et qui semble répondre au vœu de Duhamel : donner une méthode de résolution que tout le monde puisse appliquer avec le même succès. Le principe de cette méthode est de calculer d'abord des puissances des racines assez élevées pour que deux racines qui, primitivement, différaient peu, deviennent *séparées*, c'est-à-dire aient un rapport assez considérable pour que la plus petite des deux soit négligeable devant l'autre, au degré

d'approximation du calcul. De là résulte la fragmentation de l'équation aux puissances des racines, en différentes parties qui, égalées séparément à 0, déterminent les racines d'égal module.

Gräffe n'avait guère fait qu'indiquer ce principe si simple; d'autres, après lui, avaient repris la méthode, sans lui donner la rigueur et la généralité indispensables. M. Carvallo, au contraire, a obtenu ce résultat; grâce à une proposition fondamentale sur la fragmentation de l'équation, il parvient à rendre le procédé rigoureux et uniformément applicable à la recherche de *toutes* les racines, quelle que soit leur nature; on n'a même pas à prendre des précautions préalables du genre de celles qu'exige, par exemple, la méthode de Newton. Des exemples nombreux, bien choisis et calculés jusqu'au bout mettent en évidence les avantages de la méthode; un dernier chapitre est consacré à son extension aux équations transcendantes usuelles, dont la théorie de l'élasticité fournit un intéressant exemple.

M. Lelieuvre.

2° Sciences physiques.

Deprez (Marcel), *Membre de l'Institut, Professeur d'Électricité industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers.* — **Traité d'Électricité industrielle théorique et pratique.** 1er *Fascicule* : **Electricité statique et Magnétisme.** — 1 *vol.* in-8° *de* 368 *pages avec* 148 *figures* (*Prix* : 12 *fr.*) *E. Deprez, éditeur*, 17, *rue des Bernardins. Paris*, 1896.

Il est bien difficile de juger une œuvre sur un premier fascicule qui doit en former le quart seulement. Telle lacune qui frappe le lecteur sera comblée dans la suite de l'ouvrage, dont le plan n'apparaîtra nettement que plus tard. Aussi devons-nous faire crédit à l'auteur de certaines méthodes, dont l'exposé devra suivre l'explication de divers phénomènes, et de résultats numériques qui seront probablement rassemblés à la fin du volume, ou indiqués à propos de la description des machines, description qui fera l'objet de la seconde partie de ce Traité.

Cela dit, le titre du fascicule que nous avons sous les yeux en indique suffisamment le plan : les quelques définitions par lesquelles on a coutume de débuter sont rapidement exposées dans un court chapitre d'introduction; puis nous entrons dans le détail des actions mécaniques mutuelles des corps électrisés, pour aboutir à l'induction électrostatique ou influence; enfin, l'électricité statique, — à laquelle les deux tiers environ du volume sont consacrés, — se termine par l'électrométrie.

En réalité, ces divers chapitres contiennent un peu plus que leur titre l'indique, en même temps qu'ils chevauchent légèrement les uns sur les autres. C'est ainsi que, dans l'induction électrostatique, sous le titre des actions mutuelles, nous rencontrons la théorie entière du potentiel, des surfaces équipotentielles, l'expression du travail électrique et des phénomènes qui accompagnent la réunion de deux corps électrisés conducteurs par un fil métallique.

Il ne manque donc rien pour aborder avec fruit l'étude des condensateurs qui forme la majeure partie du troisième chapitre, dans lequel cet instrument est étudié d'une façon très complète. Ce chapitre se termine par diverses applications fort intéressantes des condensateurs, dont quelques-unes sont dues à l'auteur et montrent bien l'importance de l'étude de ces instruments. Nous retrouverons du reste le condensateur à propos de l'électrométrie, pour la mesure des quantités d'électricité, et par conséquent des capacités.

Le plan suivi dans l'exposé des phénomènes du magnétisme est sensiblement le même; un chapitre pour les définitions et les lois générales, un autre pour l'induction magnétique et un troisième pour la mesure des grandeurs magnétiques, y compris le champ terrestre. Les deux exposés sont parallèles, et, à part quelques théorèmes sur la décharge des condensateurs, nous ne rencontrons point encore le courant et ses effets; c'est pour cette raison que, dans l'exposé des méthodes de mesure des pouvoirs inducteurs spécifiques, on a dû laisser de côté toutes celles qui sont fondées sur l'emploi des oscillations rapides, et qui sont seules admissibles dans le cas des corps médiocrement isolants.

L'ouvrage de M. Marcel Deprez possède un cachet bien personnel qui reflète en maint endroit les qualités inventives de l'éminent ingénieur; les exemples heureux abondent, et les problèmes numériques accompagnant les déductions théoriques sont de ceux qui gravent un fait dans la mémoire.

Une place importante, avons-nous dit, a été faite aux condensateurs, dont le rôle industriel, encore peu développé, peut s'étendre d'un jour à l'autre. Ainsi, l'auteur montre comment on pourrait, sans dépasser les limites de dimensions d'une machine industrielle, utiliser ces instruments à la transmission de quantités notables d'énergie. On construirait sans peine, par exemple, des condensateurs de capacité variable, donnant lieu au transport de plusieurs chevaux entre deux stations éloignées. Les potentiels très élevés que l'on emploierait dans ce cas seraient obtenus et gouvernés plus facilement qu'on ne le fait à l'aide de machines dynamos.

Traitée à ce point de vue nouveau, la matière, bien que fort connue, prend un nouvel intérêt même aux yeux de ceux qui sont le plus au courant des faits généraux.

La façon très simple dont les calculs sont conduits, rendrait, de plus, l'ouvrage fort précieux aux débutants, si de trop nombreuses incorrections ne déparaient un ensemble remarquable à d'autres égards. Les expressions dans le genre de « pression par unité de surface » ne sont pas rares; cette dernière n'est pour nous qu'un pléonasme peu dangereux; mais il faut penser au commençant qui sera, dès lors, exposé à confondre une *pression* avec une *force*. Nous trouvons ailleurs un calcul conduisant à la conclusion que la capacité est, dans le système électrostatique, l'*inverse d'une longueur*.

Ce premier fascicule ne contient que peu de résultats d'expérience, ce qui entrait sans doute dans le plan général de l'ouvrage; et, malheureusement, pour les quelques nombres cités, le choix des sources n'est pas des plus heureux. Ainsi, pour les pouvoirs inducteurs, l'auteur donne des résultats trouvés par M. Robert Weber au moyen d'un procédé « dont il est l'inventeur. » Or, la simple comparaison des résultats de M. Weber suffit pour montrer combien sa méthode est peu exacte. Comment ne pas s'étonner, par exemple, que le pouvoir inducteur de l'air varie de 2 °/₀ entre 0° et 15° ?

Dans un premier travail, M. Weber avait trouvé la constante diélectrique de la benzine égale à 65; plus tard, il l'indique comme étant de 1,8 seulement, et prend la précaution de dire que le premier nombre n'était qu'approché.

Nous aurions grand tort, évidemment, de rendre M. Marcel Deprez responsable des mesures de M. Weber; mais nous regrettons qu'il ait couvert de sa haute autorité des travaux qui ne peuvent qu'embrouiller la question déjà complexe des pouvoirs inducteurs spécifiques.

Ces quelques exemples montrent que, si l'ouvrage de M. Marcel Deprez possède une réelle valeur tant par la hauteur de vues qui en a dirigé la composition que par l'ingéniosité des procédés, il pourrait gagner encore par un soin plus grand du détail, et une critique plus méfiante des sources. Nous aurions pu multiplier les exemples; mais les quelques critiques auxquelles nous aurions pu nous livrer seraient probablement tombées d'elles-mêmes devant l'erratum que l'auteur promet pour le second fascicule.

Ch.-Ed. Guillaume.

3° Sciences naturelles.

Zwaardemaker (Dr H.), *Médecin à Utrecht.* — **Die Physiologie des Geruchs.** — 1 *vol. grand in-8° de 324 pages, avec 28 figures. (Prix : 11 fr. 25.) W. Engelmann, éditeur. Leipzig,* 1895.

L'ouvrage du Dr Zwaardemaker est le seul travail d'ensemble que nous ayons actuellement sur l'olfaction; il comble donc une lacune importante; la bibliographie en est très exacte et très soignée, les expériences des autres auteurs y sont relatées et discutées avec impartialité, enfin quelques parties contiennent le détail des expériences originales de l'auteur qui apporte une contribution importante à l'étude de cette question. Aussi, quoique certaines parties soient imparfaites, ce livre sera-t-il accueilli avec reconnaissance par tous les physiologistes.

Quelques pages sont consacrées à l'anatomie comparée de l'appareil olfactif; rappelant les classifications de Broca et Turner en animaux macrosmatiques, microsmatiques et anosmatiques, l'auteur entre dans quelques détails sur les transformations régressives subies par l'appareil olfactif humain, aussi bien dans sa partie périphérique que dans sa partie centrale. Les recherches récentes de Brünn ont délimité plus exactement la *regio olfactoria* de la muqueuse nasale, dont l'étendue est beaucoup moins considérable qu'on ne l'imaginait. Le chapitre suivant, consacré aux propriétés physiques des corps odorants, manque un peu d'intérêt et de nouveauté; on y trouve, longuement rééditées, des observations de Cloquet, de Liégeois, de Prévost, de Piesse, qui trainent depuis trop longtemps déjà dans la littérature. Le chapitre III, consacré au mécanisme de l'olfaction, est un des meilleurs; l'auteur y examine les diverses méthodes employées pour suivre le trajet parcouru par l'air pendant l'inspiration et l'expiration; celle de Paulsen qui consiste à fixer sur le cadavre de petits fragments de papier tournesol rougi, puis à établir une respiration artificielle avec de l'air chargé de vapeurs ammoniacales; celle de Zwaardemaker, qui consiste à se servir d'air chargé de noir de fumée. La conclusion offre une grande importance : jamais l'air inspiré ou expiré ne parvient jusqu'à la région olfactive proprement dite; celle-ci, située dans une zone tranquille, que ne troublent pas les mouvements de l'air, conserve une température et un état hygrométrique constants, reste à l'abri des poussières et des causes d'irritation et ne reçoit les odeurs que d'une façon indirecte. Toute cette partie est exposée et discutée avec beaucoup de sagacité.

C'est ici également que l'auteur rend compte du travail d'Aronsohn sur l'olfaction dans l'eau; les objections qu'il présente ne nous paraissent pas bien fondées.

M. Zwaardemaker aborde ensuite l'étude du champ olfactif, c'est-à-dire de la zone dont les narines peuvent, dans une position déterminée, recevoir les émanations; ce sont des expériences originales de l'auteur.

Les taches respiratoires formées par la condensation de l'haleine sur un miroir froid, leur symétrie, ou leur dissymétrie, leur signification pour le diagnostic des déformations et déviations congénitales ou pathologiques de la cavité nasale ont été étudiées avec beaucoup de soin. Le chapitre V traite de l'olfaction telle qu'elle se produit pendant l'ingestion des aliments par le pharynx, à laquelle l'auteur donne le nom d'olfaction gustative.

Il aborde ensuite la question de l'olfactométrie; après avoir discuté les différentes méthodes qui ont été proposées, il entre dans les détails les plus circonstanciés sur son olfactomètre et la manière de s'en servir. La discussion sur les mérites respectifs du minimum perceptible *moyen*, et du minimum perceptible *normal* ou *olfactie*, paraît un peu longue.

Le chapitre IX traite des anosmies et hyperosmies totales ou partielles; l'expérience clinique de l'auteur, qui est considérable sur ce sujet, lui a permis de rassembler beaucoup de faits intéressants et même de donner des résultats statistiques. Les anosmies par obstacle mécanique seraient de beaucoup les plus nombreuses. Les anosmies et hyperosmies expérimentales (cocaïne, strychnine, etc.), y sont également traitées.

Le chapitre XI traite de l'odorimétrie, ou mesure de l'excitant physique par opposition à l'olfactométrie ou mesure de l'excitation; le nom est heureusement choisi pour souligner une distinction utile. L'auteur y traite principalement des travaux de M. Jacques Passy, à la méthode duquel il donne la préférence.

M. Zwaardemaker aborde ensuite l'étude de la sensation olfactive : minimum perceptible, temps de réaction, fatigue; il n'admet pas la distinction établie par M. Beaunis d'après le temps de réaction, et M. Jacques Passy d'après l'ensemble des propriétés physiologiques entre les odeurs et les parfums; il s'appuie pour la rejeter sur ce raisonnement a priori que les minima perceptibles des différentes odeurs sont des excitations égales, puisque ce sont les plus petites possibles; cela ne nous paraît ni démontré, ni même probable; il est fort possible que ces excitations ne correspondent ni à des phénomènes physiques comparables, ni à la mise en jeu des mêmes éléments nerveux; il se peut que le minimum perceptible de la vanille — je force un peu ma pensée pour la rendre plus claire — ne soit pas plus comparable à celui de la menthe, que le minimum perceptible d'un son à celui d'une couleur.

Pour les temps de réaction, après avoir rapporté les expériences de Moldenhauer, Buccola et Beaunis, l'auteur donne ses propres expériences, établies sur un plan peut-être plus physiologique et qui confirment d'ailleurs celles de ses devanciers.

Un chapitre sur la classification des odeurs ne nous paraît pas digne de ce qui précède et de ce qu'on est en droit d'attendre de l'auteur. Les vieilles divisions en odeurs fragrantes, aromatiques, nauséeuses, ne méritent certainement pas une discussion aussi consciencieuse et aussi approfondie. Nous ne voyons, quant à nous, qu'une désignation précise pour un groupe d'odeurs, celle d'un composé chimique défini; et qu'une tentative intéressante de classification, celle d'Aronshon, qui consiste à fatiguer l'odorat pour une odeur déterminée, puis à rechercher quels sont les odeurs auxquelles cette fatigue s'étend. Encore cette méthode est-elle plutôt très ingénieuse que réellement efficace.

Toute la dernière partie de l'ouvrage, d'ailleurs, n'est plus à la hauteur de la première; l'auteur y passe en revue l'odeur et le chimisme, cherche ensuite à distinguer des odeurs simples dont les autres dérivent par mélange. Beaucoup d'obscurité, beaucoup de longueurs, beaucoup d'hypothèses et peu de faits. L'auteur n'est évidemment pas sur un terrain aussi solide pour lui que celui de la physiologie pure.

Un appendice intéressant résume l'état de nos connaissances sur le sens chimique des espèces animales inférieures, Méduses, Cœlentérés, Mollusques, Crustacés, Insectes.

En résumé, l'ouvrage de M. Zwaardemaker gagnerait beaucoup à être élagué de quelques longueurs, et surtout de certaines parties, que, dans l'état actuel de nos connaissances, il vaut mieux se résigner à passer sous silence, que de traiter d'une façon trop superficielle ou banale.

Tel qu'il est cependant, il témoigne d'un travail considérable, de beaucoup de conscience scientifique, et il rendra à tous les spécialistes, l'inestimable service de les renseigner d'une façon très complète sur l'état de la question. Jacques Passy.

Herlant (A.), *Professeur à l'Université de Bruxelles.* — **Micrographie des poudres officinales.** — 1 *vol. in-16 de 50 pages avec 40 planches microphotographiques. H. Lamertin, éditeur. Bruxelles,* 1896.

4° Sciences médicales.

Javal (E.), *de l'Académie de Médecine.* — **Manuel théorique et pratique du Strabisme.** — 1 *vol. in-16 de 372 pages avec 44 figures, 1 planche et 1 etui contenant 48 cartons. (Prix : 5 fr.) G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

M. Javal vient de faire paraître, sur le strabisme, un livre qui est l'œuvre de toute sa vie, ainsi que lui-même l'expose au début de l'ouvrage. On se rend facilement compte, en effet, de l'effort contenu dans ces pages et du temps passé à ce patient labeur, lorsqu'on se prend à lire les observations si nombreuses et si minutieuses, à suivre l'énoncé des épreuves d'examen que l'auteur a, en grande partie, imaginées ou modifiées, et qui, toutes, sont d'une compréhension assez délicate.

En un court avant-propos, l'auteur expose d'abord les principes nécessaires de l'optique physiologique, l'étude schématique du strabisme convergent et divergent. Puis il aborde la partie clinique en passant en revue tout ce qui a trait à la vision binoculaire, avec les expériences susceptibles de faire comprendre tous les phénomènes qui s'y rapportent. Vient ensuite la classification clinique des différentes formes de strabisme : le strabisme apparent, l'angle α, etc. Enfin, la partie clinique se termine par une étude complète de l'outillage thérapeutique avec, en particulier, un chapitre important consacré aux stéréoscopes; en dernier lieu, sont mentionnées des indications précises, relativement au traitement à employer.

Notons dans la partie clinique du livre de M. Javal les quelques points qui, entre autres, ont attiré notre attention.

Les déviations visuelles peuvent être corrigées par des prismes, et on sait que la déviation produite par un prisme d'un degré est d'environ 1 centimètre; toutefois, l'auteur déconseille l'emploi de ce moyen de correction, parce que les prismes faibles n'ont qu'une action négligeable, et que les prismes forts sont trop lourds à porter. Même dans l'insuffisance des droits internes, l'action des prismes reste inférieure aux autres moyens de traitement.

Au point de vue opératoire, M. Javal ne prend parti ni pour l'un ni pour l'autre des procédés actuellement en faveur. Les opérations ne valent que par les opérateurs en matière de strabisme : telle paraît être sa doctrine, et c'est la bonne. D'ailleurs, il faut savoir qu'un dosage précis n'est pas de rigueur. La correction opératoire peut n'être qu'approximative : elle n'est que cela dans les quatre cinquièmes des cas, et les exercices destinés à rétablir la vision binoculaire font le reste. Ce chapitre est à consulter dans son entier pour les règles multiples à suivre dans les divers cas de strabisme, selon le degré de la déviation, la situation sociale du sujet, ses besoins, etc.

On peut être enclin à chercher à guérir le strabisme des hypermétropes par le port de verres convexes appropriés; l'opinion de l'auteur sur ce sujet est importante à connaître. D'après lui, il est extrêmement rare que les verres convexes seuls conduisent l'enfant à la guérison, même si ceux-ci sont prescrits dès le début. Il faut y adjoindre l'usage de la louchette pour voir de près. Cette loi est tellement absolue pour M. Javal qu'il affirme que *jamais* les verres convexes ne sont capables de guérir un strabisme convergent permanent. La même conclusion est applicable à la cure des strabismes permanents par les instillations d'atropine.

Dans le chapitre suivant, l'auteur expose l'usage de la louchette *non percée*, qui joue le plus grand rôle dans le traitement du strabisme, après l'opération. A partir du jour où les parents entreprennent le traitement du jeune strabique convergent, la louchette doit être portée d'une façon ininterrompue, sauf pendant le sommeil. Suivant le cas, la louchette sera installée en permanence sur l'œil le meilleur, ou bien on alternera d'un œil à l'autre. La louchette est indispensable pour guérir le strabisme sans opération, si l'on ne craint pas d'assumer une semblable tâche, toujours longue et assez fastidieuse; elle est nécessaire pour reconstituer la vision binoculaire. Après l'action opératoire, c'est elle qui remonte l'acuité visuelle de l'œil strabique; elle est donc un des facteurs primordiaux du traitement. Elle doit essentiellement être constituée par une coquille non perforée, ce qui la distingue des louchettes d'autrefois, percées d'un trou, et qui avaient la prétention, mal justifiée, de forcer le regard des deux yeux à rester en parallélisme.

Quand l'opération du strabisme a été exécutée avec succès, il faut s'efforcer d'éviter les rechutes qui se font à la faveur de la neutralisation de l'image de l'œil anciennement strabique et qui tend à le redevenir. Pour cela, il n'est tel que les exercices de vision binoculaire, mais rigoureusement contrôlés au moyen du miroir ou, mieux, du stéréoscope.

Ce chapitre du stéréoscope devait occuper dans le livre de M. Javal une place importante : car on sait que le maniement de cet instrument a été l'objet d'études constantes de la part de l'auteur. Il y est, en effet, très complet. C'est d'abord l'exposé historique des premiers stéréoscopes, celui de Wheatstone, puis de Brewster, ensuite les modifications récentes qui, pour une grande part, sont dues à M. Javal. Au livre se trouve d'ailleurs joint un carnet contenant des modèles nombreux de cartons pour les exercices stéréoscopiques, et qui forme le supplément et le complément de l'ouvrage.

Après le chapitre qui traite de la stéréoscopie, l'auteur aborde les principes généraux du traitement du strabisme et la marche générale de celui-ci. Le traitement optique ne tient pas, comme on eût pu le croire, la seule ou même la première place; M. Javal reconnaît que ce traitement n'est applicable qu'en certains cas exceptionnels et irréalisables, le plus souvent. Seulement, le traitement orthoptique n'est pas à délaisser, et il devient nécessaire comme complément à l'opération. L'auteur est partisan de l'opération précoce, dès que le strabisme est constaté. Chez les enfants, on peut encore essayer la cure de la déviation, quand celle-ci n'est pas fixe, par la louchette, mais chez les adultes, ces tentatives n'auraient aucune chance d'aboutir, et l'opération est la seule ressource qu'on puisse utiliser pour obtenir un redressement apparent.

A propos des cas spéciaux de strabisme divergent des myopes et de l'insuffisance de convergence, M. Javal revient encore sur l'inutilité des prismes et même des verres concaves décentrés. Cette notion est importante à vulgariser. Il faut opérer toujours, si la déviation est visible, et surtout corriger exactement le défaut de réfraction, notamment l'astigmatisme.

Le strabisme convergent des hypermétropes se produit souvent à la suite d'une des affections fébriles du jeune âge, qui ne sont pas toujours les convulsions, malgré les dires des parents. Au nombre de ces affections figurent les angines, la scarlatine, la lombricose, etc., toutes maladies susceptibles de déterminer un peu de paralysie de l'accommodation. L'auteur croit que le strabisme convergent des hypermétropes est causé, dans un grand nombre de cas, par une paralysie temporaire de l'accommodation.

Comme indication de traitement, M. Javal conseille d'opérer les strabismes alternants et, bien entendu, les strabismes fixes, d'une façon plus rigoureuse encore; ensuite, on fera porter la louchette en permanence sur le bon œil dans le strabisme fixe et, alternativement, sur les deux yeux, dans le strabisme alternant.

Le manuel du strabisme se termine par deux chapitres qui se rattachent aux études précédentes, mais où il s'agit de faits spéciaux tels que nystagmus, ou d'études transcendantales de physiologie optique.

M. Javal a ainsi mis à part, pour l'usage des physiologistes curieux de ces problèmes, des considérations sur la répulsion des images et la fausse projection.

Dr E. Valude.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Juin 1896.

M. le Président annonce la mort de M. **Daubrée**, doyen de la Section de Minéralogie, et retrace la carrière de l'illustre géologue. — M. **des Cloizeaux** rend également hommage au défunt.

1° Sciences mathématiques. — On sait que le mouvement moyen de la lune paraît être affecté par une ou plusieurs inégalités à longue période, que la théorie n'a pu expliquer. On peut faire deux hypothèses sur la cause d'une telle inégalité : ou elle est réelle, ou elle n'est qu'apparente et provient de ce que la rotation de la Terre autour de son axe ne serait pas parfaitement uniforme. M. **S. Newcomb**, réunissant toutes les bonnes observations du passage de Mercure sur le disque du Soleil, montre qu'elles accusent nettement de petites variations dans la rotation de la Terre, et, d'autre part, qu'il existe réellement, dans le mouvement moyen de la Lune, une ou plusieurs inégalités à longue période; elles sont dues peut-être à l'action mutuelle de la Terre et de Vénus. — M. **J. van Cleemput** adresse un mémoire ayant pour titre : « La biologie astrale et l'embryogénie cosmique. » — M. **Mériau** calcule la densité des étoiles variables du type d'Algol, en supposant que les variations d'éclat des étoiles de la classe d'Algol sont dues à des éclipses produites par des satellites obscurs. — M. **Hadamard** pense que la démonstration directe du théorème de M. Picard sur les fonctions entières, donnée récemment par M. Borel, s'étend au cas d'une fonction admettant un point essentiel. — M. **E. Goursat** étudie les systèmes en involution d'équations du second ordre. Il démontre, entre autres, la propriété suivante : Si toutes les intégrales d'un système en involution vérifient une équation linéaire en r, s, t, $rt - s^2$, ce système est lui-même linéaire. — M. **Michel Petrovitch** étudie l'équation différentielle du premier ordre :

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + y^2 = f(x)$$

qui se rencontre dans plusieurs problèmes importants de Mécanique et de Géométrie supérieure. Il la ramène à une autre équation qui a déjà été l'objet de travaux importants, dont les résultats deviendront applicables aux problèmes cités plus haut. — M. **L. Picart** étudie la rotation d'un corps variable et, appliquant ses résultats à la rotation de la Terre, montre que la seule période exacte qui puisse exister dans la variation du pôle à la surface du globe, est la période dite eulérienne. — M. **J. Collet** étudie l'anomalie de la pesanteur qui existe à Bordeaux; il l'attribue en partie à la légèreté des couches terrestres sous jacentes, mais montre que cette explication n'est pas suffisante. — M. **A. Rateau** donne une nouvelle théorie des turbines, des pompes et des ventilateurs centrifuges en s'appuyant sur le théorème des moments des quantités de mouvement. Il arrive rapidement à une formule très générale, et sa méthode s'applique directement aux machines telles qu'elles existent, avec toutes leurs imperfections. — M. **Bazin** communique ses expériences sur la distribution des vitesses dans les tuyaux; il donne de nouvelles formules du phénomène, plus approchées que celles de M. Darcy, usitées jusqu'à présent. — M. **A. Rivoire** décrit un enregistreur musical de son invention. Avec cet appareil un air exécuté sur le piano est immédiatement et automatiquement transcrit sur une bande de papier sans fin qui se déroule, à une vitesse donnée, sous le clavier, et qui, au moyen d'une clef spéciale, est lue très facilement.

2° Sciences physiques. — M. **Potier** présente de nouvelles objections à la théorie de M. Marcel Deprez. — MM. **H. Moissan** et **Ch. Moureu** ont constaté que le fer, le nickel et le cobalt pyrophoriques, c'est-à-dire réduits à aussi basse température que possible, mis en présence d'un excès d'acétylène à froid, décomposent ce gaz avec incandescence en produisant du charbon, de l'hydrogène et des carbures pyrogénés. Cette décomposition est due à la porosité de ces métaux. Le même phénomène peut se répéter avec la mousse de platine. — M. **M. Guichard** a obtenu, en chauffant de la molybdénite dans un tube de charbon au four électrique, une fonte de molybdène exempte de soufre. — M. **Delépine** a obtenu des méthylamines très pures par le procédé qu'il a indiqué précédemment. Il donne les caractères de leurs chlorhydrates et de leurs picrates, et décrit l'action de l'iode ioduré et du réactif de Nessler sur elles. — M. **H. Causse** donne le procédé de préparation et les propriétés de l'aldéhydate de diphénylhydrazine :

$$CH^3-CHO.2(AzH^2-AzH.C^6H^5)$$

et du benzylate de diphénylhydrazine :

$$C^6H^5-CHO.2(AzH^2-AzH.C^6H^5).$$

— M. **Garchey** obtient, par dévitrification de verres finement pulvérisés, une matière facilement modelable, absolument inaltérable et ressemblant à la pierre de taille, qu'il désigne sous le nom de pierre céramique.

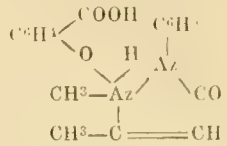
3° Sciences naturelles. — MM. **A. Chauveau** et **F. Laulanié** ont fait de nouvelles expériences sur les échanges respiratoires dans le cas de contractions musculaires provoquées électriquement chez les animaux en état d'abstinence ou nourris avec une ration riche en hydrates de carbone. Les résultats confirment leurs précédentes conclusions : le potentiel consacré à l'exécution du travail musculaire est toujours un hydrate de carbone : soit celui qui est emprunté aux réserves de glycogène de l'organisme, soit celui qui provient de la transformation des réserves graisseuses, soit enfin celui qui est fourni plus ou moins directement aux muscles par l'absorption digestive. — M. **E. S. London** étudie l'influence de certains agents pathologiques sur les propriétés bactéricides du sang. Le jeûne, la gêne de la respiration, l'excitation des nerfs sensibles, l'état urémique diminuent les propriétés bactéricides. — M. **C. Delezenne** établit que le sang des oiseaux se coagule avec une extrême lenteur lorsqu'il n'a pas été au contact des muscles; en effet, ce sont les tissus qui renferment le principe coagulant du sang chez les oiseaux. — M. **Ch. Henry** décrit un audiomètre qu'il a fait construire, et donne la relation générale qui existe entre l'intensité sonore et le degrés successifs de la sensation.

Séance du 8 Juin 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** donne la théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes à grande section (tuyaux de conduite et canaux découverts), quand cet écoulement s'est régularisé en un régime uniforme, c'est-à-dire moyennement pareil à travers toutes les sections normales du lit. — M. **Boltzmann** répond à M. Bertrand que si, avec Maxwell, on pose la condition que la distribution des vitesses ne soit pas

changée par les chocs, le théorème de Maxwell ne comporte pas de fonction arbitraire. — M. **Bertrand** répond que cette supposition n'est pas justifiée. — M. **P. Painlevé** présente quelques considérations sur les équations différentielles du premier ordre, d'où il déduit comme cas particulier le problème résolu récemment par M. Korkine. — M. **L. Lecornu** complète sa note précédente sur son nouveau régulateur en montrant que l'appareil réduit, en général, les oscillations dues aux petites variations périodiques du moment effectif. — M. **A. Aimo** montre les erreurs causées dans les nivellements par les variations de température dans les instruments géodésiques; il propose, pour y remédier, de prendre la moyenne des cotes obtenues, en chaque point, par une même personne ayant nivelé à deux heures différentes de la journée, ou par deux observateurs passant le même jour par les mêmes points, dans des conditions identiques et opérant avec des instruments différents. — M. **L. Mirinny** adresse une note sur un essai de synthèse mathématique. — M. le Dr **Clos** transmet une série d'observations météorologiques, faites pendant cinquante ans, à Sorèze (Tarn).

2° Sciences physiques. — On a récemment signalé comme une cause importante d'erreur dans l'emploi de la méthode cryoscopique ordinaire l'influence de la température de l'enceinte réfrigérante. M. **F.-M. Raoult** montre que: 1° l'influence de la température de l'enceinte n'altère en rien les lois relatives aux abaissements des points de congélation des dissolutions inégalement concentrées d'un même corps; 2° elle ne modifie sensiblement ni les valeurs particulières des abaissements moléculaires des différents dissolvants, ni les lois qui régissent leurs rapports; 3° elle peut être mesurée et corrigée dans chaque cas particulier. — Par réduction de l'acide vanadique, au four électrique, par le charbon, M. **H. Moissan** a obtenu en abondance une fonte de vanadium titrant 4 à 5 % de carbone. Si la chauffe est plus longue, on obtient un carbure défini et cristallisé, de formule CVa. Le vanadium peut s'unir, à la température du four électrique, au fer, au cuivre et à l'aluminium, mais pas avec l'argent. Par ses propriétés, le vanadium est plus voisin des métalloïdes que des métaux; son carbure se rapproche des carbures de titane et de zirconium de même formule. — M. **H. Moissan** décrit une nouvelle méthode de préparation des alliages d'aluminium. Elle consiste à projeter sur un bain d'aluminium liquide un mélange de l'oxyde du métal à allier et de limaille d'aluminium. La combustion d'une partie de l'aluminium par l'air atmosphérique, à la surface du bain, dégage une quantité de chaleur tellement grande que les oxydes les plus réfractaires sont réduits. Le métal passe alors d'une façon continue dans le bain d'aluminium. — M. **A. de Gramont** a montré qu'un certain nombre de sels fondus, soumis à l'action de l'étincelle condensée, donnent le spectre de lignes du métalloïde qu'ils contiennent. L'auteur a ainsi étudié le spectre de lignes du soufre, en faisant porter ses recherches sur les sulfures, les sulfates et les composés sulfurés non décomposables par la chaleur. — M. **Lachaud** a étudié les propriétés d'entraînement (affinités capillaires) de certains corps, et en particulier du noir animal. — M. **Ch. Fabre** indique une nouvelle méthode de dosage de la potasse: Elle consiste à précipiter les sels potassiques à l'état de chloroplatinate de potassium, à dissoudre ensuite ce corps dans l'eau bouillante, à réduire le platine à l'état métallique par l'emploi d'un métal (magnésium) et à titrer, dans la dissolution, le chlore du chloroplatinate. Les résultats fournis par ce procédé, sans être rigoureusement exacts, sont très suffisants pour les dosages industriels. — Mlle **Dorothy Marshall** a déterminé directement la chaleur de vaporisation de l'acide formique, qui est égale à 120,4. Ce nombre se confond pratiquement avec celui qu'on peut déduire des données récemment publiées par M. Raoult sur les tensions de vapeur de l'acide formique employé comme dissolvant (120,9). — MM. **G. Patein** et **E. Dufau** ont étudié les combinaisons de l'antipyrine avec les acides oxybenzoïques et leurs dérivés. Les acides oxybenzoïques, qu'on pouvait supposer capables de s'unir à deux molécules d'antipyrine, vu leur double qualité d'acides et de phénols, ne s'unissent qu'à une seule; c'est par l'oxhydryle phénolique, et non par le carboxyle que se fait l'union. Leur formule sera donc:



M. **A.-B. Griffiths** donne la composition d'un pigment rouge retiré d'*Amanita muscaria*; il est insoluble dans l'eau, soluble dans le chloroforme et l'éther, et correspond à la formule $C^{19}H^{18}O^{6}$. — M. **Santiago Bouilla Mirat** communique l'analyse d'une des météorites tombées à Madrid le 10 février 1896. — M. **A. de Schulten** est parvenu à reproduire la malachite cristallisée dans des conditions qui ont pu présider à sa formation naturelle: en laissant se dégager lentement l'acide carbonique d'une solution froide de carbonate de cuivre dans l'eau saturée de cet acide. — M. **G. Trouvé** décrit les divers appareils pratiques qu'il a inventés pour servir à l'éclairage par l'acétylène.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** étudie la nature du processus chimique qui préside à la transformation du potentiel auquel les muscles empruntent l'énergie nécessaire à leur mise en travail. Ce processus peut comprendre une foule d'états intermédiaires connus ou inconnus, mais il n'est en somme qu'une simple combustion, une oxydation. Les précédentes études de l'auteur lui permettent de conclure que, dans le cas où les muscles soulèvent un poids, la dépense énergétique qu'entraîne le soulèvement même de la charge équivaut au travail extérieur que représente ce soulèvement. — M. **Aimé Girard** montre qu'à poids égal le pain blanc des farines pures est aussi nourrissant que le pain bis des farines inférieures, car il contient sensiblement la même quantité de gluten; en outre le pain blanc est, au point de vue de la perméabilité par les sucs digestifs, de la digestibilité, de la conservation, supérieur au pain bis. — M. **Le Hello** étudie le rôle des membres postérieurs dans la locomotion du cheval. Il est conduit aux conclusions suivantes: 1° Les muscles de la partie supérieure des membres postérieurs sont les agents essentiels de la locomotion, et, parmi eux, ceux qui sont situés en arrière du fémur sont particulièrement actifs. 2° Le maintien et l'extension des rayons inférieurs des membres dépendent presque entièrement de la contraction des mêmes muscles de la croupe, de la fesse et de la cuisse, dont l'action se transmet par l'intermédiaire des jumeaux de la jambe et du fléchisseur superficiel des phalanges. 3° Il est démontré que la création des forces locomotrices peut commencer bien avant le milieu de l'appui. L'action de la pesanteur sur la masse du corps est une condition nécessaire pour l'action propulsive des membres inférieurs. — M. **Ch. Henry** donne une nouvelle relation entre l'énergie musculaire et la sensibilité et les lois des variations de cette énergie en fonction du temps. — M. **L. Roule** étudie les métamorphoses larvaires du *Phoronis Sabatieri*. — M. **Ant. Pizon** décrit un nouveau genre d'Ascidie simple de la famille des Molgulidées, le *Gamaster dakarensis*. — MM. **Fabre-Domergue** et **Biétrix** ont pêché au filet fin dans les eaux de Concarneau des œufs de Sardine qu'ils ont soumis à l'incubation; ils ont étudié le développement des alevins auxquels ils ont donné naissance.

M. **V. Jodin**, ayant soustrait un certain nombre de graines à l'action de l'atmosphère extérieure en les laissant dans le vide barométrique pendant 10 ans, a constaté qu'au bout de ce temps elles conservaient seulement

en partie leur puissance germinative. La perte de pouvoir germinatif est due probablement à des modifications intramoléculaires de la substance protoplasmique. — MM. E. **Ficheur** et E. **Haug** décrivent les domes liasiques du Zagouan et du Bou-Kournin (Tunisie). — MM. E. **Brissaud** et A. **Londe** ont photographié au moyen des rayons de Röntgen une balle qui avait pénétré dans le cerveau. — MM. M. **Hartog** adresse un mémoire sur la cytologie des organes de végétation et de reproduction des Saprolégnées.

Séance du 15 Juin 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Boussinesq** donne les formules des pressions moyennes locales dans un fluide animé de mouvements tourbillonnants et tumultueux. — M. **Bouny** décrit les appareils ingénieux qu'il a inventés pour mesurer le travail dépensé dans l'emploi de la bicyclette. Les valeurs qu'il a obtenues expérimentalement se rapprochent de celles qu'on peut calculer d'après les formules théoriques de M. Bourlet. — M. A. **Mannheim** rectifie une erreur assez répandue au sujet des surfaces apsidales, et montre, en particulier, que : Si A est l'apsidale de B, cette dernière surface n'est pas l'apsidale complète de A par rapport au même pôle. — M. D. J. **Korteveg** et M. G. **Manoury** présentent chacun une démonstration simplifiée du théorème qui donne l'aire d'une parabole d'ordre supérieur, énoncé précédemment par M. G. H. Schoute. — On suppose, dans les applications habituelles de la méthode des moindres carrés, que chaque équation renferme un seul argument mesuré par une observation directe. Mais les problèmes réels conduisent à des équations dont chacune contient au moins deux arguments, mesurés par des instruments indépendants. M. J. **Andrade** montre comment, dans ce cas, on peut généraliser la méthode des moindres carrés. — M. **Bougon** indique un procédé d'observation des taches du Soleil. — Par l'examen des six premières années d'observations du Bureau central météorologique, M. A. **Angot** est arrivé à constater l'existence d'une variation diurne très nette de la pluie. En été, la fréquence de la pluie est la plus forte entre trois et six heures du soir; en hiver, entre trois et neuf heures du matin.

2° Sciences physiques. — M. **Nils Strindberg** a vérifié expérimentalement la théorie que MM. Poincaré et Bjernkes ont donnée des phénomènes de résonance multiple des oscillations électriques, découverts par MM. Sarasin et de la Rive. — M. P. **Weiss** a étudié l'aimantation de la magnétite cristallisée ; il a observé que, tout en étant variable avec la direction, elle satisfait pleinement à la symétrie cubique. — M. J. **Passy** montre qu'on peut opérer une réaction au sein d'une liqueur surfondue sans en troubler l'équilibre. — M. A. **de Gramont** décrit les raies des métaux alcalins (sodium, potassium, lithium) qu'il a observées dans le spectre de dissociation de leurs sels fondus, en particulier dans le spectre des carbonates. — M. **Steinheil** présente un dictionnaire méthodique de tous les tons réalisables par la superposition de trois tirages (jaune, rouge, bleu) et de toutes les modifications que peut produire l'addition sur les précédents d'un tirage noir et d'un vernis. L'auteur expose en même temps un système simple de notation des couleurs obtenues. Cet ouvrage est appelé à rendre de grands services dans la chromotypographie en évitant les tâtonnements pour l'obtention d'un ton déterminé. — M. A. **Carnot** a analysé un grand nombre d'apatites d'origines différentes; la composition des unes est bien représentée par la formule type :

$$P^2O^5.3CaO + \frac{1}{3}\,Ca(Fl.Cl)^2;$$

pour d'autres, qui renferment de l'acide carbonique, la quantité de fluor est bien inférieure à la normale ; on est conduit à l'hypothèse qu'une partie du fluorure de calcium a été remplacée par du carbonate, hypothèse qui se vérifie expérimentalement. Enfin, d'autres échantillons ne contiennent presque pas de fluor ou de chlore et sont constitués par du phosphate de chaux presque pur; ils offrent toutes les propriétés optiques de l'apatite, mais n'ont pas de forme cristalline extérieure. Peut-être le phosphate de chaux a-t-il un réseau cristallin semblable à celui de l'apatite? — M. P. **Sabatier** indique une nouvelle réaction pouvant servir à caractériser les azotites. On verse une petite goutte de la dissolution à examiner sur une soucoupe blanche, et sur cette goutte on place une goutte d'acide sulfurique concentré, puis on fait tomber quelques grains d'oxydule cuivreux; s'il y a un nitrite, une teinte violette apparaît. — M. L. A. **Hallopeau** a essayé de préparer des combinaisons zirconotungstiques en faisant bouillir la zircone gélatineuse avec des dissolutions de tungstates acides alcalins. Il a obtenu le zirconodécitungstate de potassium :

$$10TuO^3.ZrO^2.4K^2O+15H^2O;$$

le dizirconodécitungstate de potassium :

$$10TuO^3.2ZrO^2.4K^2O+20H^2O;$$

le zirconodécitungstate d'ammoniaque :

$$10TuO^3.ZrO^2.3(AzH^4)^2O.H^2O+13H^2O.$$

MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault** ont réalisé la synthèse de la méthylhepténone, qu'ils avaient découverte dans plusieurs essences naturelles. Ils ont fait réagir sur le dibromure d'isoamylène deux molécules d'acétylacétone et ont obtenu l'isoaménylacétylacétone :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C=CH-CH^2-CH<\!\!\begin{matrix} CO-CH^3 \\ CO-CH^3 \end{matrix}.$$

Ce corps, chauffé avec une solution de soude concentrée, donne la méthylhepténone :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH^3$$

dont la formule de constitution se trouve ainsi vérifiée. — M. A. **de Schulten** a reproduit artificiellement le chlorocarbonate de sodium et de magnésium et le carbonate double des mêmes bases, puis la darapskite et l'hydargilite en très beaux cristaux.

3° Sciences naturelles. — M. **Lannelongue** a découvert dans la grotte de Dargilan (Lozère) deux insectes aveugles, le *Campodea staphylinus* et le *Sabacon paradoxus*. — M. E. **Blanchard** annonce qu'un espace va être réservé dans les catacombes du Muséum pour l'étude des modifications que subissent les organes de la vision en l'absence de lumière. — M. A. **Amaudrut** étudie la région antérieure de l'appareil digestif chez les Sténoglosses supérieurs et en déduit quelques conséquences pour leur classification. — M. **Aimé Girard** mesure les quantités d'acide phosphorique qui se trouvent dans le pain blanc et dans le pain bis; ce dernier en renferme légèrement plus que le premier. Mais cette différence est sans importance, si l'on considère que l'homme n'a besoin par jour que de 3 1/2 grammes d'acide phosphorique et que les aliments les plus simples lui fournissent déjà le triple de cette quantité. Il est donc préférable de ne faire usage que du pain blanc, plus léger et plus digeste. — M. S. **Arloing** étudie, par la nouvelle méthode de MM. Gruber et Durham, le pouvoir bactéricide vis-à-vis du pneumobacille d'un sérum immunisant; il indique l'influence de l'addition d'eau distillée ou d'une solution physiologique de sel marin sur ce pouvoir bactéricide. — M. C. **Phisalix** a filtré sur porcelaine du venin de vipère ; il a observé que le filtre retenait la substance toxique et laissait passer une substance vaccinante. Le venin de vipère contient donc à la fois des substances toxiques et des substances immunisantes; sous l'action de la chaleur les premières se détruisent plus

vite que les secondes. — M. Ch. Henry recherche la relation mathématique qui relie à la température les divers degrés de la sensibilité thermique.—M. A. Lacroix a trouvé sur le glacier de la Meije (Hautes-Alpes) un certain nombre de minéraux rares : anatase, turnérite, brookite, dont il donne les caractères minéralogiques. — M. H. Douvillé expose les caractères généraux de la craie à Hippurites de la province orientale (centre et sud de l'Europe, Asie Mineure, Perse). — M. V. Paquier montre que les Caprininés sont déjà représentés dans l'Urgonien et s'y montrent répartis en deux groupes : le premier représenterait une forme ancestrale des Caprines ; le second se rapproche de *Caprinula*.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 Juin 1896.

L'Académie procède à l'élection d'un associé libre, en remplacement de M. Pasteur, décédé. M. Roux est élu. — A l'occasion d'une lettre de M. Audiffred concernant l'avortement épizootique, MM. Leblanc, Nocard et Porak formulent les remarques suivantes : S'il n'est pas impossible que des maladies épidémiques ou la misère physiologique rendent l'avortement plus fréquent à certaines époques, et que certaines causes déterminent l'avortement à répétition, on ne trouve, cependant, chez la femme, aucun état pathologique comparable à l avortement épizootique observé chez les vaches. C'est donc à d'autres causes qu'il faut attribuer l'affaiblissement de la natalité en France. — M. Berger communique deux observations de blépharoplastie par la méthode italienne modifiée. — M. Joannès Chatin étudie les conditions dans lesquelles les huîtres peuvent présenter une certaine nocivité. Les huîtres en état de reproduction ont donné lieu quelquefois à des accidents. Mais ce sont surtout les conditions de milieu qui ont une grande influence ; il est nécessaire que le sol des parcs soit d'une nature particulière, et spécialement que l'eau dans laquelle l'huître vit soit préservée de toute contamination. — M. Panas communique un cas de sarcome choroïdien de la région de la macula avec propagation orbitaire.

Séance du 16 Juin 1896.

M. Aubry présente un petit appareil, construit sur les indications du Dr Forné, et permettant de faire des inhalations avec toutes substances volatiles, soit solides, soit liquides. — M. Duplay analyse un mémoire du Dr Boisseau du Rocher concernant l'électrolyse médicamenteuse dans le traitement des tuberculoses et des maladies de l'utérus et de ses annexes. L'électrolyse du bromure de sodium appliquée au traitement des tuberculoses des os et des articulations semble être d'une réelle efficacité. L'électrolyse de l'argent dans les maladies de l'utérus n'a pas encore donné des résultats assez concluants. — MM. Péan et de Tornery ont mesuré, avec une grande précision, l'épaisseur des différents os de la voûte cranienne à l'état normal et à l'état pathologique. Ils en tirent de précieuses indications pour les opérations de trépanation, et ils ont construit un instrument perfectionné pour servir à ces opérations. — M. Marc Sée décrit une méthode d'exploration hydrostatique du corps, destinée à rendre de grands services dans les cas de tumeurs de l'abdomen. — M. Delore cherche à donner une esquisse générale de l'état morbide qu'on appelle septicémie. — M. le Dr Rémy signale un cas de morve chronique chez l'homme. — M. le Dr Mouchet (de Sens) communique un cas de paralysie du nerf radial consécutive à une chute sur le bras, avec élongation du nerf deux mois après l'accident et retour rapide de la sensibilité et du mouvement. — Le même auteur rapporte une observation d'ovariotomie double chez une femme enceinte de trois mois avec continuation de la grossesse et accouchement à terme d'un enfant vivant. — M. le Dr Lejars lit une observation de gastro-entérostomie pour sténose pylorique consécutive à l'injection d'acide chlorhydrique. — MM. les Drs Vignes et Batuaud lisent un travail sur un cas d'irido-choroïdite à poussées menstruelles, avec endométrite chronique à staphylocoques ; à la suite du curettage utérin, l'irido-choroïdite s'améliora rapidement.

Séance du 23 Juin 1896.

M. le Président annonce le décès de M. G. Colin, membre de l'Académie, et de M. Leloir (de Lille), correspondant. — M. Hervieux lit le « Rapport de la Commission permanente de la vaccine sur les instituteurs et institutrices qui ont contribué le plus activement à la propagation de la vaccine. »

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Juin 1896.

MM. Gley et Camus, étudiant l'incoagulabilité du sang sous l'influence des peptones, montrent qu'il faut plus de peptones *in vitro* pour produire ce résultat qu'*in vivo*. — M. de Nittis a inoculé dans le péritoine d'un cobaye une culture virulente de *Proteus* (microbe de la pleurésie gangréneuse) et a obtenu un sérum thérapeutique contre ce microbe. — M. Charrin a atténué le virus de la clavelée en chauffant la culture pendant 12 jours à 25° ; si on ne chauffe que 8 jours, on obtient un virus qui vaccine. — M. Bosc envoie une note sur la nocivité de l'injection intra-veineuse d'eau distillée, qui détruit les globules du sang. — M. Foix montre que l'augmentation dans l'excrétion de l'urée qui se produit après l'injection de sérum antidiphtérique survient également après l'injection de sérum de sang de cheval normal. — M. Courmont a constaté qu'après ablation de la rate les lapins résistent mieux à l'intoxication pyocyanique et staphylococcique et beaucoup moins à l'intoxication streptococcique. — MM. Mougie et Sabrazès ont observé chez une poule un kyste, développé dans un repli péritonéal, qui disparaissait quand la poule n'avait pas bu depuis quelques heures et reparaissait après l'injection d'eau; ce fait peut s'expliquer par la rapidité des échanges osmotiques. — M. Marinesco a étudié l'état du système osseux dans des mains d'acromégaliques en les photographiant au moyen des rayons de Röntgen. — M. Oechsner de Coninck envoie une note sur la réaction de la créatinine dans l'urine. — M. Wertheimer (de Lille) envoie un travail sur les fonctions des pyramides antérieures du bulbe. — M. R. Dubois envoie une étude sur la pathogénie des fièvres dites gastriques.

Séance du 20 Juin 1896.

M. J.-B. Charcot a observé un cas de paralysie saturnine chez une femme qui fabriquait des fleurs artificielles avec du papier vert renfermant beaucoup de plomb. — M. Weiss étudie les effets du courant continu sur le tissu musculaire ; il a constaté que la polarisation croît avec le trajet et diminue avec le diamètre de section du muscle. — MM. Lapicque et Guillemenin ont dosé le fer dans les différents viscères ; ils ont constaté que la quantité variait suivant le sexe ou l'état de santé. — M. Gley, poursuivant ses recherches sur l'action anticoagulante de la peptone, a reconnu que le sang du lapin n'était pas réfractaire à condition d'employer des doses suffisamment élevées. — M. Morau décrit les résultats de l'inoculation à des animaux de suc cancéreux dilué dans différentes substances. — M. Ch. Richet fait remarquer que les résultats sont différents suivant que l'on emploie du suc de tumeurs sarcomateuses ou épithéliomateuses. — M. Phisalix a obtenu la transformation du venin de vipère en vaccin en le chauffant à 75° ou en le filtrant ; il conclut que le venin renferme à la fois des virus et des substances vaccinantes ; les premiers sont détruits par la chaleur ou retenus par le filtre. — MM. Capitan et Verdin présentent un appareil pour la percussion et l'auscultation combinées : le splanchnoscope.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J. Norman Lockyer, F. R. S. : **Sur les nouveaux gaz retirés de l'uraninite** (7e note). — L'auteur a montré, dans ses précédentes communications[1], que, selon toute probabilité, le gaz retiré de la clévéite est un corps composé. MM. Runge et Paschen, ayant soumis ce gaz à la diffusion, sont arrivés à la conclusion que le corps qui donne la ligne D^3 est plus lourd que celui qui produit la ligne 5016,7. L'auteur a répété ces expériences par un autre procédé très délicat et est arrivé à un résultat absolument contraire, qui est d'ailleurs en parfait accord avec ce qu'on peut déduire des observations stellaires et solaires.

SOCIÉTÉ PHYSIQUE DE LONDRES

Récentes communications.

M. **Lehfeldt** : « Sur le symbolisme en thermodynamique ». — M. **Appleyard** : « Sur l'ajustement dans le pont de lord Kelvin ». M. Reeves a décrit récemment une forme modifiée du pont de Kelvin, dans lequel un réglage est nécesaire. L'auteur propose l'emploi de deux fils tendus côte à côte, avec un double contact glissant, relié au galvanomètre. Les deux contacts étant rattachés par une liaison rigide, les segments dans lesquels un des fils est divisé sont dans le même rapport que les deux segments de l'autre. Un seul réglage suffit pour établir l'équilibre. — M. **Reeves** dit qu'il lui semble que l'auteur a complètement oublié l'objet de son mémoire à lui. Avec le nouveau dispositif, il faudrait calibrer soigneusement les deux fils, et comme les résistances employées sont nécessairement petites, déterminer la résistance des contacts. — Après une observation de M. Ayrton, M. Appleyard dit qu'il a eu en vue de constituer une méthode applicable dans une fabrique, où le temps gagné sur une série de mesures importe plus que le prix de l'instrument. — M. **Frith** : « Effet de la forme de l'onde sur l'arc à courant alternatif. » L'arc a la propriété de modifier la forme de l'onde dans le circuit à courant alternatif, sur lequel il est branché. Ainsi, dans le cas d'une dynamo, pour laquelle, en circuit ouvert, la courbe donnant la force électromotrice en fonction du temps était une courbe sinueuse, à sinuosités nettement pointues, l'introduction d'un arc alimenté par la dynamo a pour effet de changer la courbe en une courbe à sinuosités aplaties. On sait que le pouvoir éclairant, en bougies, d'un arc électrique est plus grand quand la forme de la courbe périodique est celle de la courbe sinueuse à sinuosités aplaties, que quand c'est la forme de la courbe à sinuosités pointues. En changeant la résistance qui est en série avec l'arc, il est possible d'altérer le caractère de la courbe; quand la résistance en série sur l'arc augmente, l'arc a de moins en moins d'influence sur la forme de l'onde. Dans de récentes expériences, décrites par M. Fleming, une résistance de 7 ohms était mise en série sur l'axe, de façon que la forme d'onde de la génératrice, qui n'était pas une forme efficace, était appliquée sur l'arc. Dans la pratique, par conséquent, comme on ne met pas une résistance en série avec l'arc, on n'est pas dans ce cas, et les différences entre les rendements obtenus par les arcs à courant alternatif au laboratoire et dans la pratique industrielle, peuvent s'expliquer par là. — M. **Blakesley** remarque que, plus le courant alternatif ressemble à un courant continu, plus le courant demeure longtemps constant dans chacune des périodes, et plus est considérable le rendement de l'arc. Après cet échange d'observations, l'auteur explique que si on remplace l'arc électrique par une résistance, la forme de l'onde est du même type que celle de la force électromotrice de la machine en circuit ouvert.

[1] Voir *Rev. gén. des Sciences* du 30 oct. 1895, p. 925; du 15 nov. 1895, p. 991; du 15 janv. 1896, p. 47; du 15 mars 1896, p. 273; du 30 avril 1896, p. 427; du 30 juin 1896, p. 591.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

M. **Henry J. Horstmann Fenton** relate de nombreuses expériences entreprises dans le but de déterminer la constitution d'un nouvel acide $C^4H^4O^6$ obtenu par oxydation de l'acide tartrique en présence du fer. Le poids moléculaire, la basicité et plusieurs autres caractères prouvent que cet acide doit avoir une des deux formules suivantes :

$$(1)\qquad \begin{array}{l} CHOH-COOH \\ | \\ CO-COOH \end{array}$$

qui en ferait un acide avec groupement cétonique, ou bien la formule :

$$(2)\qquad \begin{array}{l} C.OH-COOH \\ \| \\ C.OH-COOH \end{array}$$

qui contient deux groupements hydroxyles. L'auteur croit que cette dernière formule est la vraie. — M. **A. Tutton** : Volume et propriétés optiques des sels de potassium, césium et rubidium appartenant aux séries monocliniques :

$$R^2M(SO^4)^2.6H^2O$$

Dans une deuxième communication le même auteur compare les résultats obtenus dans ses différents travaux sur les sulfates simples et sur les sulfates doubles contenant du potassium, césium ou rubidium. — L'exposé des conclusions des travaux de l'auteur sur ces différents sels et des différents rapports qui existent dans leur structure fait l'objet d'une troisième note. — MM. **Wyndham R. Dunstan** F. R. S. et **Ernest Goulding** ont isolé deux iodhydrates d'hydroxylamine :

$$(AzH^3O)^3HI \quad \text{et} \quad (AzH^3O)^2HI$$

par l'action de l'iodure de méthyle sur une solution d'hydroxylamine dans l'alcool méthylique. Les auteurs ont pu arriver à préparer aussi ces corps en mélangeant une solution concentrée d'acide iodhydrique avec la quantité calculée d'hydroxylamine en solution méthylique. Leurs efforts pour préparer l'iodhydrate normal d'hydroxylamine (AzH^3OHI) ont toujours échoué. — M. **B. A. Burrel** : Analyse d'une eau de source située près de Kanaresborough dans le Yorkshire. — MM. **S. Ruhemann** et **E. A. Tyler**, par l'action des dérivés sodiques de l'acétoacétate d'éthyle sur le chlorofumarate d'éthyle, ont trouvé que les deux éthers stéréoisomères des acides acétoaconitiques n'étaient pas obtenus, mais que dans les deux cas il y avait formation d'un seul et même composé dont la constitution, vérifiée par les propriétés physiques et chimiques, peut s'exprimer par la formule suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3.C : C.COOC^2H^5 \\ \quad | \qquad\quad | \\ \quad | \qquad CH.COOC^2H^5 \\ \quad | \qquad\quad | \\ O - CH.COOC^3H^5 \end{array}$$

L'ammoniaque réagit sur ces éthers en donnant un corps, dont la formule est probablement :

$$\begin{array}{l} CCOAzH^2 \\ \quad /\!\!\diagup\!\!\diagdown CH.COOC^2H^5 \\ HAz \quad \diagdown\!\!\diagup CHOH \\ \quad CO \end{array}$$

— M. **Robert E. Doran** étudie l'action du thiocyanate de plomb sur les éthers chloro-carboniques. Il s'attache spécialement à décrire les dérivés de la carboxyéthylthiocarbimide. La réaction entre le thiocyanate de plomb et le chlorocarbonate d'éthyle a lieu suivant l'équation :

$$2EtO.CO.Cl + Pb(CAzS)^2 = 2EtO.CO.CAzS + PbCl^2.$$

Il donne ensuite les propriétés et formules de vingt de ces dérivés. — M. **Robert Law** : Nouvelle balance pour les essais des métaux précieux. — MM. **T. B. Wood, T. N. Spivey** et **T. H. Easterfield** ont isolé plusieurs principes actifs de la *charos*, résine retirée de la *Cannabis indica*. Ils en ont retiré un terpène, un sesquiterpène, une paraffine dont la formule est probablement $C^{29}H^{60}$ et une huile $C^{18}H^{24}O^{20}$; 5 centigrammes de ce corps produisent une intoxication suivie de sommeil. — M. **Arthur Lapworth** : Sur la décomposition de l'α chloronitrocamphre. — MM. **C. Revie** et **F. Stanley Kipping** : Note sur le π bromocamphre. — MM. **Arthur Lapworth** et **F. Stanley Kipping** : Etude des produits d'oxydation de l'acide α bromocamphorosulfonique. — MM. **William Henry Bentley** et **W. H. Perkins** jun. ont repris les travaux sur l'oxydation du pseudocumène de Fittig et Laubinger qui au moyen de l'acide nitrique dilué avaient obtenu les acides paraxyliques, méthylthéréphtaliques et quelques dérivés nitrés. Ils ont trouvé que, par addition d'une petite quantité d'acide méthylisophtalique, il se formait un corps ayant pour formule :

$$CH^3.C^6H^3(COOH)^2$$

dans lequel les groupes CH^3 et $(COOH)^2$ occupent les positions 1. 2 : 4. Ce corps peut être isolé de son isomère par cristallisation fractionnée des sels méthyliques. Les auteurs étudient ensuite l'acide tétrahydroparaxylique, $C^8H^{13}COOH$, l'acide hexahydroparaxylique, $C^8H^{15}COOH$, l'hexahydroparaxylate d'éthyle

$$C^8H^{15}COOC^2H^5$$

le chlorure de l'acide hexahydroparaxylique

$$C^8H^{15}CO.Cl$$

et le bromohexahydraparaxylate d'éthyle

$$C^8H^{14}BrCOOC^2H^5$$

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Communications récentes.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. H. Schoute** s'occupe du prismoïde à quatre dimensions et démontre d'abord à l'aide de considérations hypergéométriques et ensuite d'une manière indépendante de la quatrième dimension un certain théorème qui se rapporte à la section moyenne du prismoïde, un corps polyfacial limité par des parallélogrammes et des triangles. Ensuite M. Schoute présente : 1° la thèse de M. **W. Bouwman** : « Les nombres plückériens de la courbe de déviation » (lieu du centre des coniques à contact de quatrième ordre avec une courbe algébrique donnée); 2° la thèse de M. **H. F. Huisken** : « L'intersection de l'ellipsoïde par un faisceau de plans » (lieu des foyers et des directrices des sections). — M. W. Kapteyn présente la thèse de M. **J. C. Marx** : « Sur la décomposition de transcendantes entières en fonctions premières. »

2° Sciences physiques. — M. **H. A. Lorentz** s'occupe de l'équilibre des radiations calorifiques dans le cas des corps biréfringents. L'éther, contenu dans un espace qui est entouré d'une enveloppe parfaitement noire et maintenue à une température constante, sera parcouru dans tous les sens par des rayons calorifiques ou lumineux et deviendra par cela même le siège d'une certaine énergie. Un état semblable existera à l'intérieur d'un corps diathermane quelconque M, placé dans cet espace et, dans l'hypothèse que ce corps soit isotrope, on a calculé depuis longtemps le rapport qui s'établira entre la « densité » de l'énergie, c'est-à-dire entre les quantités d'énergie par unité de volume qui se trouvent dans le corps M, d'une part, et dans l'éther ambiant, de l'autre. L'auteur a considéré le cas où le corps est biréfringent. L'état interne qui se trouve en équilibre avec les radiations de l'éther doit alors être indépendant de la direction de la surface. C'est ce qu'exige la thermodynamique et ce qu'on peut vérifier en se basant sur les lois fondamentales de l'optique. Parmi tous les rayons qui s'entrecroisent à l'intérieur du corps M, on peut isoler par la pensée ceux qui satisfont aux conditions suivantes : 1° que la période des vibrations soit comprise entre T et $T + dT$, 2° que la normale des ondes soit située à l'intérieur d'un cône déterminé à ouverture infiniment petite $d\omega$, et 3° que la direction des vibrations soit l'une des deux qui sont compatibles avec la direction qu'on a choisie pour les rayons eux-mêmes. La densité de l'énergie, en tant qu'elle dépend du groupe de rayons ainsi défini, peut être représentée par $A \frac{V_0^3}{V^3} \frac{d\omega}{8\pi}$, A étant la densité dans l'éther de l'énergie qui correspond aux temps d'oscillation indiqués, V_0 la vitesse de propagation dans l'éther et V la *vitesse des ondes* pour les rayons considérés. — M. **H. Kamerlingh Onnes** fait une commmunication sur : « un moyen d'éclairement des échelles de précision. » Il s'agit de l'éclairement égal et fort d'échelles très longues à l'aide d'une source unique de lumière de petites dimensions. L'auteur donne une description détaillée de son installation qui fonctionne au Laboratoire de physique de l'Université de Leyde depuis 1885, illustrée par plusieurs diagrammes. Ensuite il présente plusieurs photographies excellentes obtenues à l'aide des rayons X par M. J. P. Kuenen, professeur de Physique à l'Université de Dundee (Ecosse).

3° Sciences naturelles. — Au nom de la commission géologique M. J. M. van Bemmelen présente un travail de M. **G. Reinders** intitulé. « Het worrkomen vair gekristalliseerd ferrocarbonaat (siderit) in mœraserts, en eene bydrage tot het outstaan van dit erts in den Nederlandschen bodem » (Sur la provenance de ferrocarbonate cristallisé (sidérite) dans le minerai de marais (allemand : Morasterze) et une contribution à la manière de formation de ce minerai dans le sol des Pays-Bas).

P. H. Schoute.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

DAUBRÉE ET SON ŒUVRE.

Le savant éminent qui vient de mourir n'était pas seulement le doyen incontesté des géologues français, même, depuis la mort de Dana, le doyen des géologues du monde entier. Son œuvre scientifique se distingue par un rare cachet d'homogénéité, unie à un caractère essentiellement original. M. Daubrée a été vraiment le créateur de la géologie expérimentale, et ses recherches synthétiques, toujours guidées par une haute pensée directrice, ont jeté une vive lumière sur plusieurs des problèmes les plus importants de la Géologie. Il est intéressant de suivre, dans leur enchaînement logique, les diverses étapes de cette carrière féconde en succès.

Entré à l'Ecole des Mines en 1834, M. Daubrée a débuté par des voyages qui l'ont conduit tour à tour en Angleterre, en Suède et en Norvège. Tandis qu'en Scandinavie il recueillait les éléments d'un mémoire sur la classification des gîtes métallifères, mémoire qui mérita les éloges du grand Berzélius, la Cornouailles anglaise, par ses mines d'étain, éveillait en lui des aperçus ingénieux, qu'il allait bientôt développer avec éclat. En effet, à peine avait-il pris possession du poste

d'ingénieur des mines à Strasbourg, et commencé les explorations locales qui devaient aboutir à la publication de sa belle *Description géologique et minéralogique du Bas-Rhin*, qu'on le voyait, dans un mémoire daté de 1841, établir avec précision les caractères communs à tous les gisements stannifères. Le principal de ces caractères était, à ses yeux, l'abondance des composés du fluor, topaze, apatite, mica lithinifère, tourmaline, etc. d'où cette conclusion, que le fluor avait dû jouer un rôle essentiel dans la production de l'oxyde d'étain.

Nommé, peu de temps après, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg (dont il devait bientôt devenir le doyen), il voulut vérifier son hypothèse, et c'est ainsi qu'en 1849, il exécuta ses mémorables expériences sur la reproduction de la cassitérite et de l'oxyde de titane, qu'il obtint en faisant agir la vapeur d'eau, sinon sur les fluorures, du moins sur les bichlorures des deux métaux. Après ce premier succès, il réussit à préparer divers minéraux naturels, tantôt par l'action de vapeurs attaquant des substances fixes, tantôt, à l'exemple de Sénarmont, par l'emploi de la voie humide, en faisant agir l'eau, dans des tubes scellés, sur divers composés chimiques. En 1857, il reproduisit de cette façon plusieurs silicates anhydres, et, deux ans plus tard, il constatait que l'eau, chauffée sous pression, attaque le verre en donnant de petits cristaux de quartz et de pyroxène. A la suite de ces diverses recherches, M. Daubrée publiait, sur la question, alors si controversée, du métamorphisme, un mémoire qui fit sensation.

Pendant que le professeur obtenait ces importants résultats dans le laboratoire, l'ingénieur recueillait dans son service des observations pleines d'intérêt. De ce nombre sont les constatations qu'il sut faire à Plombières, où l'examen de maçonneries romaines lui montra toute une série de silicates, de la famille des zéolites, formés dans les cavités des briques et du béton, par la circulation longtemps prolongée d'une eau tiède et à peine minéralisée. Plus tard, il lui était réservé de découvrir, à Bourbonne-les-Bains, toutes sortes de sulfures métalliques, appliqués sur des monnaies que les Anciens avaient jetées, en guise d'ex-voto, dans des puisards remplis de matières organiques. Là, c'était une eau froide, où l'analyse ne révélait qu'une minime proportion d'hydrogène sulfuré, qui, passant pendant de longs siècles sur ces monnaies, avait engendré des sulfures cristallisés, semblables à ceux des filons, à la faveur d'un milieu essentiellement réducteur : faits de la plus haute portée, par les lumières qu'ils jetaient sur la genèse des gisements métallifères.

Tant de travaux valurent à Daubrée, en 1861, le fauteuil que la mort de Cordier venait de rendre vacant à l'Académie des Sciences. Du même coup, la chaire que le défunt avait occupée au Muséum fut attribuée au nouvel académicien, qui devait encore, deux ans après, recueillir la succession de Sénarmont comme professeur de minéralogie à l'Ecole des Mines, en attendant qu'il devînt, en 1872, directeur de cet établissement.

Dès son installation au Muséum, Daubrée songea à y créer une collection de météorites. Il y réussit si bien qu'en 1889 notre grand établissement national contenait des échantillons de 368 chutes (sur environ 1100 connues), soit 17 seulement de moins que le Muséum britannique. En possession de ce trésor, le professeur commença par établir une classification des météorites, basées sur leur plus ou moins grande richesse en fer natif allié au nickel. Ayant ensuite reconnu que la partie pierreuse, dans les aérolithes, est toujours constituée par un des silicates essentiels des roches basiques terrestres (péridot, pyroxène, enstatite, bronzite), il résolut d'éclaircir par l'expérience le mystère de cette constante association. D'une part, la fusion d'une météorite pierreuse lui donna une scorie de péridot et d'enstatite, avec grenailles ou culots de fer métallique. D'autre part, en fondant une péridotite terrestre au sein d'une atmosphère réductrice, il obtint un produit entièrement semblable à celui de la fusion des météorites, et où le nickel du péridot s'était concentré dans les grains de fer métallique.

C'était un résultat considérable, et d'où il était permis de déduire que l'intérieur de la Terre, comme celui des astres d'où dérivent les météorites, doit se composer d'un bain de fer, dont le péridot forme la première croûte externe ; de sorte que ce minéral, suivant l'heureuse expression de Daubrée, peut être considéré comme la *scorie universelle*.

Dans toutes ces recherches, l'habile expérimentateur avait surtout étudié le côté chimique des phénomènes. Il allait maintenant porter son attention vers le côté mécanique, en cherchant à reproduire les traits principaux des dislocations terrestres.

Il s'attaque d'abord aux cassures, réunies en faisceaux de directions, qui engendrent d'ordinaire les filons métallifères. Après divers tâtonnements, en se servant d'une plaque de verre épais, encastrée à un bout, tandis qu'à l'autre on exerce un effort de torsion, il parvient à y faire naître un réseau de fêlures, ressemblant, à s'y méprendre, au plan d'un district filonien. Ensuite, il soumet diverses substances à l'action de la puissante machine de compression, par laquelle Tresca avait réussi à déterminer l'*écoulement* de divers corps solides. Par ce moyen, il fait naître un *feuilleté* dans des argiles compactes, obtient la répartition régulière du mica primitivement disséminé dans la masse, enfin reproduit les divers accidents que présentent d'ordinaire les sédiments très comprimés, en particulier le tronçonnement de corps solides allongés, expliquant ainsi les bélemnites tronçonnées du lias alpin.

Il reste à rendre compte des diverses variétés de plis que rencontrent les stratigraphes. Pour cela, Daubrée se sert de lames métalliques flexibles, encastrées à une de leurs extrémités, tandis que l'autre tend à se rapprocher de la première. Suivant que les lames sont également ou inégalement chargées ; suivant que leur épaisseur est constante ou amincie en des points déterminés, il les voit reproduire tous les genres de déformation des strates connus dans les Alpes, notamment les plis en S et les inflexions avec renversement, capables de devenir des failles, si la limite d'élasticité est dépassée.

Le dernier sujet que Daubrée ait abordé par l'expérience est l'étude des explosions violentes, entreprise en vue d'établir les conditions dans lesquelles avaient dû se produire les cheminées diamantifères de l'Afrique australe.

En dehors d'une multitude de notes et de mémoires, Daubrée a publié deux beaux volumes, sous le titre d'*Etudes de géologie synthétique*, ainsi qu'un grand ouvrage sur *Les Eaux souterraines*, envisagées dans le présent et dans le passé.

Doué d'une rare variété de connaissances, jointe à une vaste érudition et à un diagnostic très fin, le tout associé à une grande aménité de manières, Daubrée jouissait dans le monde savant d'une autorité incontestée. Aucun honneur n'a manqué à cette carrière, poursuivie jusqu'à près de 82 ans sans aucune défaillance du corps ou de l'intelligence, embellie par les soins d'une famille distinguée, au sein de laquelle l'illustre savant n'a connu, presque jusqu'à la fin, que des satisfactions. Une mort douce et chrétienne a couronné cette existence de tous points enviable et tout entière consacrée à la science ; non point à cette science de détail qui, si grand qu'en soit le mérite, ne laisse après elle aucune trace lumineuse ; mais à la science élevée et synthétique, où les découvertes sont le fruit d'idées générales intelligemment poursuivies, et ouvrent des horizons nouveaux, que les chercheurs pourront explorer avec profit, tandis que les esprits philosophiques y goûtent la jouissance qu'on éprouve toujours à se voir conduit sur des sommets.

A. DE LAPPARENT,
Professeur à l'Ecole libre de Hautes Etudes.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* LOUIS OLIVIER.

7e ANNÉE N° 14 30 JUILLET 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

570

LES IDÉES DE M. YVES DELAGE

SUR LES GRANDS PROBLÈMES DE LA BIOLOGIE GÉNÉRALE

L'ouvrage que M. le Professeur Yves Delage a récemment publié sur *la structure du protoplasma et l'hérédité*[1] vient très utilement ramener l'attention des zoologistes sur les grands problèmes de la biologie générale.

Nous voudrions, à cette occasion, tout en rendant justice aux louables efforts de l'éminent professeur, présenter quelques critiques. Analysant son œuvre à grands traits, nous nous attacherons surtout à examiner, parmi les questions traitées, les plus importantes. Encore ne pourrons-nous considérer ces sujets sous tous les aspects; nous nous bornerons simplement à un petit nombre d'aperçus.

I

Et, d'ailleurs, l'auteur lui-même n'a point voulu faire œuvre didactique : son but a été non d'exposer les théories actuelles, mais plutôt d'en montrer l'insuffisance. Et il se pose en apôtre d'une foi biologique particulière qui, suivant lui, serait nouvelle en France, bien que déjà profondément enracinée dans les esprits en Angleterre et en Allemagne. Quelle est cette foi nouvelle?

« Ce n'est rien moins, dit-il, que la recherche des conditions et des causes des grandes manifestations de la vie dans la cellule, dans l'individu et dans l'espèce. »

Une remarque s'impose à ce sujet. C'est que ces études n'ont pas été négligées en France autant que le pense M. Delage. Les enseignements de Buffon et de Lamarck ont certainement été négligés dans leur propre patrie pendant ces quatre-vingts dernières années; mais, pour qui est familier avec la littérature zoologique, il est d'autres noms qui viennent facilement à l'esprit, et il est certain qu'en ces dernières années, les études de beaucoup de biologistes français se sont portées sur ces problèmes que le Professeur Delage déclare si délaissés en France. Je n'en désignerai que deux : Guignard et Maupas. Mais il y en aurait d'autres encore à citer, dont les noms viennent tout naturellement aux lèvres des lecteurs.

II

Il semble qu'il y ait eu quelque confusion, dans l'esprit de l'auteur, entre les *faits* et la *théorie*.

« Les Faits » et « les Théories » constituent ses deux divisions principales; dans cette dernière, il distingue les théories particulières et les théories générales. Enfin, il essaie de combiner ces deux sortes de théories pour établir la sienne, qu'il appelle un peu audacieusement la *théorie des causes actuelles*. Celle-ci, comme son titre l'indique, pré-

[1] *La structure du Protoplasma et les théories sur l'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale*, par Yves Delage, professeur à la Sorbonne. — 1 vol. in-8° de 880 pages avec figures. Reinwald, éditeur. Paris, 1896.

tend être, dans chaque cas particulier, une théorie conforme aux faits.

Quels sont donc ces faits? Sont-ils de simples résultats d'expériences, dépourvus de sens théorique? Sont-ils d'un caractère assez simple et assez positif pour qu'avec eux nous puissions généraliser avec sécurité et établir une théorie susceptible d'être vérifiée par un appel continu aux faits? Pas du tout. Dans nombre de pages où l'on prétend nous mettre uniquement en contact avec les faits, nous sommes en réalité au milieu d'un dédale de théories. Sous le titre « Les Faits », M. Delage nous parle, en effet, de la cellule, de sa constitution, de sa physiologie et de sa reproduction. Tous les biologistes savent combien ces matières renferment de questions contestées. Beaucoup de celles qui, concernant la cellule, passent pour positivement acquises, en réalité ne sont que des conjectures plausibles. Ainsi, le cytoplasma, formant le corps ou la masse de chaque cellule, est d'une composition très importante. Les faits positifs que nous connaissons à son égard se réduisent à ceci : c'est un corps cellulaire composé d'un mélange de substances albuminoïdes, qui, par essence, diffère du nucleus ou noyau; il est incapable de prolonger son existence si on le sépare de ce nucleus. Nous ne savons rien de positif sur sa structure. Cependant M. Delage énumère cinq hypothèses différentes à ce sujet et n'a rien de plus à dire en faveur de l'une ou de l'autre. Nous ne sommes pas ici en relation avec des faits, mais bien avec des hypothèses, de simples conjectures.

Après avoir rappelé les bribes que l'on sait sur les constituants chimiques de la cellule, le savant zoologiste que nous critiquons, veut expliquer comment ces portions de connaissances peuvent être fondues et rendues intelligibles par une théorie particulière.

Passant de la division nucléaire à la conjugaison, à la fécondation, à la transmissibilité des caractères acquis, à l'hérédité, à l'atavisme, etc., nous voyons que la distinction entre les faits et la théorie devient de plus en plus obscure. Nous n'insisterions pas davantage sur cette partie du livre, si elle n'était intitulée : « Les Faits ». Il est vrai qu'il y a une grande quantité de faits objectifs, mais ils sont souvent en apparence contradictoires, et chaque semblant de contradiction demande une explication théorique.

En résumé, toute cette première partie, qui s'efforce d'être des *faits*, se montre aussi remplie de théories...

Il était impossible qu'il en fût autrement. Mais cette circonstance plaide si évidemment contre la méthode employée qu'il semble bien difficile de la défendre.

III

Les théories générales demandaient à être traitées séparément, car elles prétendent expliquer, sinon tout, du moins la plus grande partie des phénomènes de la vie comme étant la conséquence de certains principes élémentaires.

Il faut féliciter M. Delage au sujet de cette partie de son ouvrage. Les diverses théories y sont présentées clairement; mais quelques-unes sont naturellement mieux exposées que d'autres. Ainsi, il est douteux qu'on puisse saisir et fixer une théorie, vraiment protée, comme celle de Weismann, qui réapparaît constamment sous une forme nouvelle et pas toujours reconnaissable. D'ailleurs, chaque théorie, stable ou non, est critiquée avec force, quelquefois avec une sévérité nécessaire. La critique adressée à la théorie de Nægeli est très juste et instructive : on peut y noter ce que le patriotisme de M. Delage proclame lui-même, en dépit de son admiration pour les méthodes allemandes et de sa sévérité à l'égard des méthodes françaises.

L'auteur, croyons-nous, a rendu grand service en exposant, dans un espace assez limité, les opinions de tous les grands théoriciens, et, de plus, a éclairé les vues d'un certain nombre d'autres, dont les mémoires ne sont pas familiers même aux zoologistes passablement versés en ces questions. Il a rendu encore un plus grand service en montrant la part de l'imagination dans toutes ces théories; le « coup d'œil rétrospectif » qui termine cette partie de son ouvrage est un modèle de raisonnement.

Il y a d'autres choses encore dans ces théories que le Professeur Delage a revisées; il y a des erreurs qu'il relève et auxquelles cependant il se laisse ensuite lui-même entraîner. Tous les théoriciens ont essayé de procéder par la méthode synthétique. Quand on veut synthétiser, il faut au moins avoir diverses choses à réunir. Qu'est-ce donc que la Biologie nous offre? Une accumulation de simples faits objectifs? De ceux-ci, beaucoup sont passibles de revision et de critique: les « faits » essentiellement fondamentaux, ceux qui ont trait à la cellule, à la constitution du protoplasma et à la reproduction cellulaire, paraissent les plus contestables.

L'heure ne semble donc point encore arrivée des systèmes qui, partant des éléments les plus simples, se proposent de les combiner en un tout cohérent.

Néanmoins, M. Delage conclut en exposant une théorie générale et procède, comme ses prédécesseurs, par la méthode de synthèse.

Il n'est pas possible d'entrer ici dans une cri-

tique suffisante de cette théorie. Mais on peut dire qu'elle dépend, comme toute théorie qui part de la constitution de la cellule, d'une présomption : c'est que la cellule et ses parties composantes, le nucléus, les centrosomes, l'archéoplasma, les vacuoles elles-mêmes sont entourés chacun d'une membrane, et que ces membranes sont les facteurs importants de l'assimiliation et de la nutrition; elles servent, si l'on peut s'exprimer ainsi, de filtres osmotiques. Mais quelles sont ces membranes? M. Delage exige beaucoup d'elles, mais est peu explicite sur leur structure. Nous savons, avec quelque certitude, qu'il n'y a pas de véritable membrane autour de beaucoup de cellules, et nous pouvons nier qu'il y en ait une autour des vacuoles. Ce sujet a été fouillé par Bütschli. Le protoplasma tout entier serait comme une sorte de gâteau de miel à contenu relativement dense et homogène quant à ses parties internes et externes. La couche superficielle ne serait qu'un faible réarrangement de la structure alvéolaire dû à la tension superficielle. Il se peut que la couche alvéolaire externe ait des propriétés osmotiques et les propriétés sélectives qui lui sont attribuées par M. Delage. Cependant, nous ne savons rien à ce sujet. Quoi qu'il en soit, son assertion ne nous mène pas loin, car elle échoue devant l'ontogenèse, l'hérédité et tous les problèmes de cet ordre.

Ainsi, ces suppositions demeurent non seulement dépourvues de tout fondement, mais encore elles sont sans usage. Pour aborder, par exemple, l'ontogenèse et l'hérédité, il faut faire appel à une nouvelle série de facteurs.

En fait, cette théorie ne peut s'appliquer à tout; c'est une série de considérations sur des problèmes particuliers. D'autre part, M. Delage élude bien des questions embarrassantes. Un phénomène particulier est-il inexplicable, il prend le chemin le plus court et le plus facile pour tourner la difficulté. Par exemple, il nie que les caractères puissent être latents :

« Les caractères dits latents, écrit-il, sont des caractères absents. »

Darwin, croisant et recroisant ses races de pigeons domestiques, obtint une forme qui était un pigeon de roche presque parfait. Aucune des races parentes n'avait les traits caractéristiques du pigeon de roche, mais cependant ils réapparaissaient chez les bâtards. Voilà un caractère latent qui n'est pas aisément explicable. On pourrait en ajouter beaucoup d'autres.

Dans ses arguments sur l'hérédité, la transmission des caractères acquis, etc., M. Delage montre une certaine contradiction :

« L'œuf ne contient pas *tous les facteurs* de sa détermination. Il contient seulement *un certain nombre de facteurs nécessaires* à la détermination de chaque partie et de chaque caractère de l'organisme futur. » (p. 795.)

Un peu plus loin :

« Les phénomènes sont combinés de telle manière que le reste des conditions nécessaires à un développement identique se présente nécessairement, en partie par la nature même des conditions extrinsèques. »

Cela signifie que, dans chaque génération, un corps de constitution chimique définie, l'œuf, réagissant sous des forces définies et extrinsèques semblables, doit nécessairement produire un résultat similaire : la forme spécifique de l'animal ou de la plante en question. Mais les forces extérieures ne sont pas toujours les mêmes. Les variations des conditions externes sont, nous dit M. Delage, les causes des variations de la forme spécifique. La fixité d'une espèce est assurée par la constance des forces extérieures, sa variation par les modifications de ces forces survenant de temps en temps. C'est ici qu'est la difficulté. Tous les observateurs savent que les forces extérieures ne restent pas constamment les mêmes, même d'une année à l'autre. Cependant les espèces restent constantes, pour des variations considérables, comme dans le cas des plantes et des animaux introduits en Australie. Là les animaux et les plantes indigènes sont si différents de ceux de l'Europe que l'influence de changement de milieu doit être très grande. Mais nous ne voyons pas du tout se produire de modification sur les organismes qui sont ainsi déplacés. Quelques animaux ou plantes se modifient, d'autres pas. Et, si nous consultons la Géologie, nous trouvons que quelques formes, telles que les *Lingula*, ont survécu sans changements à travers de longues périodes de temps. Pendant ces périodes elles ont dû être exposées à des variations extrêmes des conditions extérieures, et nous savons que leur lieu d'évolution, au moins, a subi de profondes modifications. Malgré cela, les organismes n'ont pas réagi contre ces forces extrinsèques. Comment cela se fait-il ? Nous ne le savons pas exactement, mais nous pouvons voir que cette grande fixité est due à quelque puissante stabilité dans la constitution du germe.

De plus, si les vues de M. Delage étaient exactes, on devrait s'attendre à trouver, là où les conditions extérieures sont les plus uniformes, le moins de variations. Il n'en est rien. Les conditions de la vie pélagique sont les plus uniformes que l'on puisse envisager, et cependant nous y trouvons les plus grandes variétés; du fait que, parmi les formes pélagiques, se trouvent beaucoup d'espèces et de genres possédant d'étroites affinités, nous pouvons en conclure que la variation a été active.

Ainsi, nous arrivons à cette inconséquence que la théorie demande, à la fois, que la réaction entre la constitution du germe et les conditions extérieures conserve l'immutabilité, et qu'elle produise nécessairement la mutabilité.

Après tout, c'est le grand problème de la formation des espèces, et puisque l'auteur décline modestement la prétention que ses explications soient complètes, nous n'insisterons pas sur ce point. On peut néanmoins conclure que de tels phénomènes trouvent leur explication rationnelle dans la théorie de la sélection naturelle. L'auteur admet l'existence de cette sélection, mais, à la suite de Pfeffer, il en réduit l'influence à des proportions infinitésimales. Suivant lui, la sélection préserve la race de toute altération, mais n'a aucune influence pour l'améliorer. On est tenté de croire qu'il ne se représente pas la théorie de la sélection naturelle exactement telle qu'elle fut proposée par Darwin. Il ne donne aucun résumé des travaux de Darwin ou de Wallace sur ce sujet; il parle souvent des « Darwinistes » et non de l'œuvre de Darwin, et il place la sélection entre les néo-Darwinistes et les néo-Lamarckistes, deux écoles extrêmes dont les doctrines ne nous semblent pas acceptables. Le néo-Darwinisme n'est pas du Darwinisme, mais en représente une sorte de travestissement.

Il est inexcusable, dans un livre comme celui-ci, d'imprimer cette erreur, si souvent faite et si souvent réfutée, à savoir que la sélection naturelle *crée* quelque chose. Darwin, en particulier, se gardait lui-même de cette interprétation [1].

Il est réellement étonnant de voir à quel point M. Delage tient peu compte des arguments de Darwin, et combien, au contraire, il attache d'importance à ceux de ses détracteurs. C'est ainsi qu'il accorde un grand poids à l'opinion de Pfeffer, à savoir que la destruction est fortuite et opère principalement sur les jeunes. Le sujet a été complètement traité dans l'*Origine des Espèces*, bien avant Pfeffer. Ce dernier est cité, et Darwin ne l'est pas!

A la place de la sélection naturelle, M. Delage met l'action directe des conditions extérieures, — facteur auquel Darwin attribuait une grande importance — et les résultats de la création brillante de Roux : l'*excitation fonctionnelle*. Qu'est donc cette excitation fonctionnelle? Rien de plus que la théorie de notre illustre et regretté Maître sur l'usage et le non-usage des organes, habillée selon une mode nouvelle et spécieuse. Cela est si évident que l'on peut s'étonner que M. Delage distingue ces deux théories.

Des faits de première importance nous amènent directement à l'adaptation phylogénétique. Il est clair, en effet, que l'adaptation ontogénique ne peut pas expliquer ces cas. La Plante ne peut pas prévoir la visite de l'Insecte qui la fertilisera et portera plus loin son pollen. L'ensemble de ce sujet, si brillamment exposé par Darwin, est ignoré de M. Delage, qui écrit :

« L'adaptation phylogénétique n'existe pas. »

Il est encore une critique que nous ne pouvons séparer de celle-ci :

« Il n'y a rien à répondre lorsque je demande pourquoi les éleveurs n'arrivent pas à faire du cochon un cheval. Ce n'est pas la nature qui impose ici des limites, puisqu'elle a fait des transformations analogues et plus étendues. »

Rien à répondre! A-t-on jamais signalé un cas où la Nature ait fait évoluer un animal hautement différencié dans une direction, vers un animal également très différencié dans une autre direction? En émettant cette idée, le Professeur Delage avait à l'esprit l'exemple du *Phenacodus*. Le *Phenacodus* est l'ancêtre du cheval. Il ressemblait à un cochon plus qu'il ne ressemble à aucun autre animal actuellement vivant. Mais comment peut-on tirer cette conclusion qu'un cheval peut provenir d'un cochon? Le *Phenacodus* et ses parents étaient des formes primitives; leur structure est commune à tous les Ungulés. Ils présentaient une ébauche des formes futures qui devaient descendre d'eux, mais aucune représentation exacte d'un trait quelconque. C'étaient, avant tout, des types généralisés. — Est-il permis de rappeler à M. Delage que ce qu'il a concédé pour la cellule est aussi vrai pour la race?

IV

Si je me suis laissé entraîner à discuter ainsi les idées de M. Delage, je prie le lecteur de voir dans la vivacité de ma critique un hommage très sincère au réel mérite de son œuvre.

L'ouvrage, dont j'ai combattu un certain nombre de tendances, se recommande, je me plais à le reconnaître, par des qualités que je prise très haut. M. Delage a soigneusement rendu compte des idées des auteurs dont il expose les théories; il s'est appliqué à établir un départ très net entre leurs opinions personnelles et ses propres vues, qualité d'autant plus précieuse qu'elle est fort rare. En second lieu, son impartialité est absolue. Mais un écrivain désintéressé de toute doctrine aurait été extrêmement ennuyeux et M. Delage ne l'est pas. Qu'on l'approuve ou qu'on le désapprouve, il reste toujours intéressant et stimulant. A travers la foule des détails et la complexité des théories, jamais il ne fatigue par des détails superflus ou un inutile développement d'érudition. Il attache et séduit, même quand il ne réussit pas à nous convaincre.

Gilbert C. Bourne.
Fellow de New-College, à Oxford.

[1] Voy. p. 63. *The origin of Species*, 6e édition anglaise.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE DE LA BETTERAVE EN FRANCE

Ire PARTIE : CHOIX DES VARIÉTÉS. — CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE

Peu de plantes ont une importance culturale aussi considérable que celle de la betterave; non pas qu'elle occupe dans le domaine agricole une étendue supérieure à celle des autres cultures, mais bien en raison de la destination multiple de ses produits et des capitaux qu'elle engage. En effet, non seulement elle est cultivée en vue de la production fourragère, mais encore, plusieurs de ses variétés constituent des plantes potagères très appréciées; enfin, la betterave, améliorée par la sélection, est l'objet d'une culture en grand, en vue des besoins de l'industrie sucrière et de la distillerie. Non seulement la culture doit alimenter de racines les fabriques de sucre et d'alcool, mais ces usines lui livrent en retour des betteraves épuisées, pulpes ou drèches, qui fournissent au bétail une précieuse ressource alimentaire pour l'affouragement hivernal.

La culture de la betterave, tant fourragère qu'industrielle, permet donc l'entretien d'un nombreux bétail qui fournit des produits variés et, par son fumier, restitue à la terre une partie de ce que la récolte lui a enlevé. Peu de cultures industrielles, il faut le reconnaître, possèdent un avantage aussi marqué au point de vue de l'amélioration du sol ou tout au moins du maintien de sa fertilité.

Mais, ce n'est pas tout : les sucreries et distilleries restituent encore à la culture d'autres résidus de fabrication de nature différente, qui, appliqués *directement* sur la terre, constituent des matières fertilisantes très appréciées, notamment les écumes ou boues de sucreries et les vinasses des distilleries.

C'est cette importance énorme de la culture betteravière dans la vie économique de la France, que M. Méline, ministre de l'Agriculture, estimait ainsi en 1884 devant le Parlement :

« Qu'est-ce que la betterave représente dans la richesse de la France? 245 millions de francs. La grande industrie de la houille n'en représente que 241; le fer et la tôle 222. L'industrie sucrière occupe 65.000 ouvriers d'usine, 110.000 ouvriers de culture, en tout 175.000 ouvriers... Les 100.000 bœufs qu'elle utilise produisent 30 millions de kilogrammes de viande et la fumure pour 100.000 hectares de terre ».

Ces chiffres ont leur éloquence, et justifieront, pensons-nous, l'étendue de la monographie que nous entreprenons ici.

I. — Historique.

La betterave semble avoir été introduite en France vers 1595; depuis cette époque elle a subi des transformations profondes, non seulement comme aspect, mais dans son mode de végétation. D'annuelle qu'elle est dans les contrées méridionales de l'Europe, elle est devenue bisannuelle dans les régions septentrionales; ce dernier fait, en apparence peu important, doit être pris en sérieuse considération au point de vue pratique, ainsi que nous aurons l'occasion de le voir plus loin.

II. — Variétés de betteraves. — Choix et adaptation de ces variétés.

Il est fort difficile, pour ne pas dire impossible, d'établir même une énumération complète des différentes variétés de betteraves cultivées aujourd'hui. Les producteurs de graines sont parvenus, par une culture raisonnée et une sélection méthodique, à établir et à fixer un très grand nombre de types qui se distinguent entre eux par la forme, le volume et la couleur des racines, ainsi que par l'aspect général, le développement et la coloration des feuilles. Il y a tout d'abord à remarquer que, d'une manière très générale, la plupart des variétés de betteraves cultivées pour les besoins de la sucrerie ont les racines entièrement enterrées, tandis que les betteraves fourragères sont plus ou moins émergentes; quant aux betteraves de distillerie, on peut les considérer comme intermédiaires, non seulement à ce point de vue, mais encore en ce qui concerne les rendements et la richesse saccharine. Nous ne donnerons ici que la description très sommaire des variétés les plus importantes, celles qu'on rencontre le plus communément dans les grandes cultures.

§ 1. — Betteraves fourrageres.

Le but de tout agriculteur progressiste est d'obtenir la plus grande valeur fourragère possible. Comme cette valeur ne coïncide pas toujours avec une récolte abondante, on choisira, pour chaque condition de sol et de climat, l'espèce qui donne la plus grande valeur fourragère par hectare. A ce point de vue, outre les betteraves sucrières, qui, dans certaines conditions, comme il est dit plus loin, peuvent être cultivées avec succès comme fourrage, nous nous contenterons de signaler les

cinq types de betteraves fourragères suivantes; elles peuvent être considérées comme les souches d'où dérivent presque toutes les variétés récemment obtenues :

1. — *Betterave champêtre ou Disette d'Allemagne.* — Cette betterave est caractérisée par une racine longue, grosse, émergeant à moitié de terre; la peau est rouge, la chair blanche, veinée de rose. Elle est de bonne conservation et convient surtout aux sols calcaires. Ce type a donné naissance à deux sous-variétés remarquables : 1° *La Disette corne de bœuf* (fig. 1), ainsi appelée à cause de sa forme et qui mesure environ 60 centimètres de longueur; 2° La *Géante Mammouth* (fig. 2), à racine énorme, atteignant parfois jusqu'à 75 centimètres.

2. *Betterave blanche à collet vert* (fig. 3). — La racine est volumineuse, mesurant de 40 à 50 centimètres de longueur totale; elle est cylindrique; le collet est long et à moitié hors de terre; la peau est verte sur la partie aérienne et blanche sur la partie enterrée; la chair est blanche. C'est une variété très productive, mais un peu tardive.

3. — *Betterave globe.* — Essentiellement caractérisée par sa racine ovoïde; elle a fourni un très grand nombre de races, parmi lesquelles il faut mentionner : la *Globe rouge à peau violacée;* la *Globe jaune* (fig. 5); la *Globe jaune à petites feuilles*; la *Jaune ovoïde des Barres* (fig. 4) d'un très grand mérite, la plus cultivée d'ailleurs; enfin, la *Jaune Géante de Vauriac* (fig. 7), variété nouvelle qui possède toutes les qualités de la précédente, dont elle dérive par sélection.

4. — *Betterave cylindrique Tankard* (fig. 6). — Magnifique variété, d'origine anglaise, jouissant d'une grande réputation et qui rivalise déjà avantageusement avec la précédente. Elle a à peu près la même forme que la Jaune ovoïde des Barres, mais est plus large à la base et comme tronquée brusquement; la coloration est d'un beau jaune cuivré; elle sort presque complètement hors de terre et il est très facile de l'arracher.

5. — *Betterave jaune plate d'Oberndorff.* — Race très répandue en Allemagne, qui rappelle un peu par sa forme la Globe jaune, mais plus plate et sortant presque entièrement hors de terre.

§ 2. — Betteraves sucrières.

Les betteraves à sucre sont bien plus nombreuses; mais il règne une grande confusion dans leur synonymie. La plupart des variétés cultivées en France dérivent de la Disette blanche de Silésie (fig. 8).

1. — *Disette blanche de Silésie.* — Betterave de moyenne grosseur, plutôt petite; la peau est blanche et rugueuse, le feuillage bien fourni et étalé. C'est une variété fortement sucrière et très productive, surtout cultivée en Allemagne où elle a donné de nombreuses sous-variétés. Elle a été introduite en France par M. L. Vilmorin, qui, en 1855, l'a améliorée par voie de sélection, créant ainsi la *Betterave améliorée Vilmorin* qui a eu une très grande vogue il y a une dizaine d'années.

2. — *Betterave blanche à collet rose.* — Egalement obtenue dans les cultures de M. Vilmorin, elle est aujourd'hui quelque peu délaissée.

3. — *Betterave Brabant Fouquier d'Hérouël.* — Variété à racine petite, à peau rugueuse; ses formes sont très régulières, la chair est compacte.

4. — *Betterave Simon-Legrand améliorée.* — Blanche, bien pivotante, à chair dure et sans racines latérales; elle renferme de 14 à 16 °/₀ de sucre. Elle a fourni deux sous-variétés : 1° l'*Améliorée blanche conique*, 2° l'*Améliorée rose.*

5. — *Betterave à chaire dure de Fl. Desprez.* — Peau rugueuse; racine très longue, rose ou blanche, collet peu développé. Cette betterave, dont M. Fl. Desprez a obtenu un très grand nombre de races, demande une terre riche et profonde.

6. — *Betterave Impériale.* — Cette race, obtenue en Allemagne par M. Knauer, est caractérisée par une racine allongée, piriforme, bien pivotante; le collet est petit, les feuilles peu développées, fusées et retombant sur le sol.

7. — *Betterave Klein-Wanzleben.* — Excellente variété, très riche en sucre, qui a pris son origine dans la précédente. Sa forme est conique, la racine est blanche, à côtes très prononcées; le feuillage est abondant. Elle est très cultivée en Belgique. C'est d'ailleurs une variété de cette betterave, améliorée par M. Heine de Hadmersleben, qui a obtenu le 1er prix à l'Exposition d'Anvers en 1894; elle dosait 15,90 °/₀ de sucre.

8. *Betterave Dippe.* — MM. Dippe frères, producteurs saxons, ont amélioré les deux variétés précédentes et ils ont créé : 1° la *Betterave Klein Wanzleben améliorée Dippe*, qui convient surtout aux sols profonds; 2° l' *Impériale améliorée Dippe*, un peu moins riche, pouvant être cultivée en terres moins profondes; 3° enfin, *la plus riche de Dippe*, qui accuse une richesse de 16 à 18 °/₀; mais dont le rendement n'atteint qu'exceptionnellement 30.000 kgr. à l'hectare. Cette betterave est aujourd'hui très répandue dans le Nord et le Pas-de-Calais. Signalons aussi les betteraves *Lemaire* et les betteraves *Carlier* d'Orchies, dont une variété désignée sous le n° 1 (bis), croisement de l'*Elite braune* et de *la plus riche de Dippe*, a également été primée à l'Exposition internationale d'Anvers. Cette race a une racine allongée et sans radicule, la peau est très rugueuse, elle dose de 15 à 16 °/₀ de sucre. Enfin, la betterave *Demiautte*, la *Breustedt*, la *spécialité Mette*, etc.

Fig. 1.
Disette corne-de-bœuf.

§ 3. — Betteraves de distillerie.

Ce sont les moins nombreuses; on peut d'ailleurs les considérer comme intermédiaires entre les variétés fourragères et sucrières, quoique se rapprochant davantage de ces dernières; il est, d'ailleurs, de toute évidence que, plus une betterave sera riche en sucre, plus elle fournira d'alcool.

Beaucoup de betteraves sucrières, à teneur moyenne, sont cultivées en vue de la distillerie, notamment la *Fouquier d'Hérouël*, la *Brabant*, l'*Impériale*, l'*Améliorée Vilmorin* et la *Blanche à collet rose;* en outre, on rencontre assez communément dans

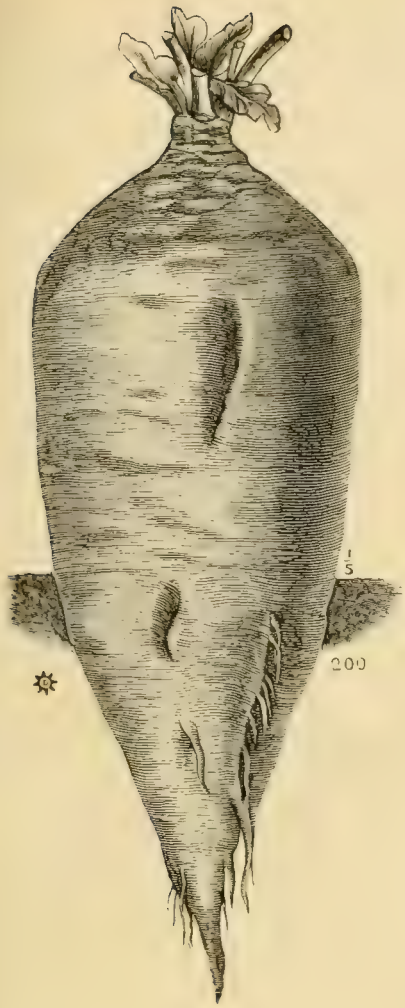


Fig. 2

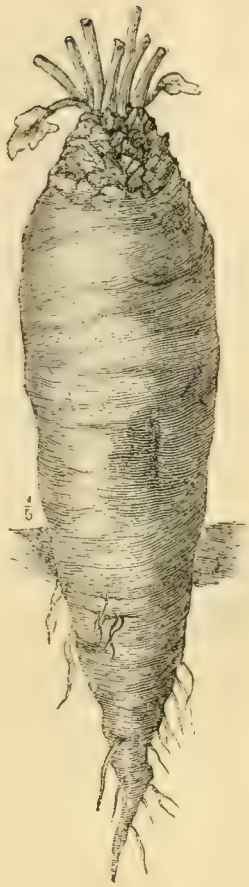


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

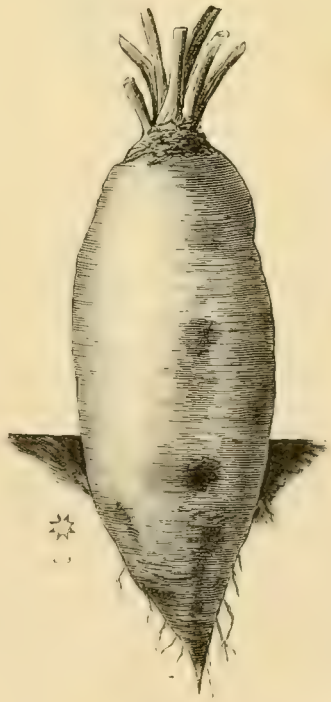


Fig. 7.

Fig. 2 à 7. — *Espèces diverses de betteraves fourragères.* — Fig. 2. *Betterave géante Mammouth.* — Fig. 3. *Betterave blanche à collet vert.* — Fig. 4. *Betterave jaune ovoïde des Barres.* — Fig. 5. *Betterave jaune globe.* — Fig. 6. *Betterave cylindrique Tankard.* — Fig. 7. *Betterave jaune géante de Vauriac.*

les cultures la *Blanche à collet gris* (fig. 9), variété intermédiaire, demi-sucrière, qui, tout en conservant une richesse saccharine assez élevée, donne en poids presque autant de racines que les variétés fourragères; enfin, la *Betterave jaune à sucre*, à racine demi-longue, enterrée, à chair blanche, teintée de jaune.

§ 4. — Choix et adaptation des variétés.

A quelle variété, dans chacun de ces groupes, faut-il donner la préférence? C'est là une question fort complexe, que l'agriculteur seul peut résoudre. En tous cas, celle qu'on choisit doit être appropriée au climat, à la nature du sol et à sa fertilité. Il faut aussi examiner les conditions économiques et fiscales dans lesquelles on se trouve. C'est ainsi que ces dernières peuvent quelquefois obliger le

Fig. 8. — *Disette blanche de Silésie.*

distillateur à se désintéresser *partiellement* de la richesse saccharine, car l'expérience montre que tels jus peu riches en sucre fermentent plus facilement que d'autres. Au point de vue industriel, comme le conseillent MM. Fritsch et E. Guillemin, il faut, en général, choisir les espèces qui donnent les rendements en sucre les plus élevés par unité de surface emblavée; au point de vue agricole, il faut donner la préférence à celles qui donnent de grands rendements en poids et laissent beaucoup de pulpes pour l'alimentation du bétail. Comme on le voit, le criterium n'est pas le même pour la culture fourragère, la sucrerie et la distillerie. Cette dernière a, sur la sucrerie, un avantage considérable au point de vue agricole, car le distillateur peut, sans préjudice pour la marche économique de sa fabrique, envisager avant tout le rendement en poids par hectare. Il a, de plus, l'avantage de pouvoir choisir la variété la plus apte à concilier ses exigences comme industriel et comme cultivateur.

Au point de vue de la sucrerie, cette question du choix de la variété a une importance encore plus grande, surtout en présence de la crise actuelle. A ce sujet nous ne saurions mieux faire que de nous en référer aux conseils donnés par M. Fl. Desprez, directeur de la Station expérimentale de Capelle (Nord) :

« C'est, dit-il, en choisissant, dans les diverses races, les variétés qui conviennent à nos terrains et à nos climats, c'est en appropriant les soins de culture et les engrais aux espèces que nous voulons employer, qu'il y a d'immenses progrès à réaliser. Pourquoi vouloir, par exemple, cultiver la même variété dans un rayon servant à l'approvisionnement d'une sucrerie ou d'une distillerie, lorsque les terrains ne se ressemblent en aucune façon, lorsque les engrais, la manière de cultiver ne peuvent être les mêmes? Pourquoi ne pas choisir des variétés plus ou moins précoces afin de les

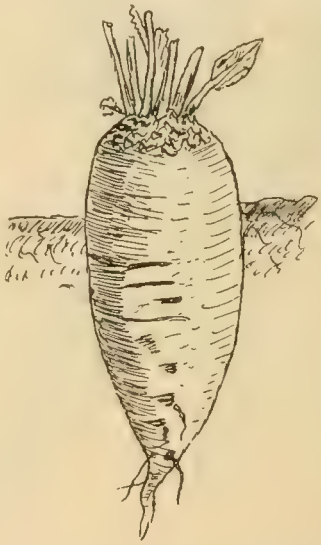


Fig. 9. — *Betterave blanche à collet gris.*

employer au fur et à mesure des besoins de la sucrerie? Quels avantages n'obtiendrions-nous pas si nos usines pouvaient travailler un mois plus tôt, faisant ainsi une fabrication de 120 à 130 jours au lieu de 80 à 90 jours, et si les cultivateurs pouvaient également commencer un mois plus tôt leurs semailles de blé après betteraves [1]? »

III. — Betterave a sucre.

§ 1. — Avantages de la betterave riche.

Sous le régime de la nouvelle législation sucrière loi du 29 juillet 1884), le cultivateur ne doit plus faire que de la betterave riche, c'est-à-dire dosant au moins 14 % de sucre. Nous n'insisterons pas sur cette nécessité, les remarquables monographies publiées ici même par MM. Urbain et Lindet [2] l'ont suffisamment démontrée. Nous voulons seulement faire remarquer qu'en ce qui concerne l'épuisement du sol, la culture de la betterave

[1] Communication faite à la *Société des Agriculteurs du Nord* dans sa séance du 5 décembre 1888.

[2] Dans la *Revue générale des sciences*, n° du 15 mars 1895.

à forte teneur saccharine est encore bien plus avantageuse. En effet, il résulte d'expériences nombreuses et qui ne laissent subsister aucun doute, que *la betterave riche épuise beaucoup moins le sol en azote et en sels minéraux*. On a calculé qu'une betterave dont le jus marque 7 de densité, enlève au sol 76 kilos d'azote par hectare, tandis qu'une betterave ayant une densité de 5, en enlève 150 kilos, et une à 4,5 de densité en prélève 192. En outre, — comme l'a montré M. H. Raquet, professeur d'Agriculture de la Somme, — lorsque, dans la betterave, le sucre augmente de 5 $^0/_0$, l'azote diminue de 500 grammes pour $^0/_{00}$.

En ce qui concerne les sels minéraux, il résulte des expériences de M. Leloup, faites sur 43 lots de betteraves d'origines diverses, qu'il y a une variation inverse du sucre et des sels. Les résultats groupés en quatre séries, donnent en effet :

Richesse en sucre.	Sels alcalins p. 100 de sucre.
9,16	8,21
11,12	5,89
11,92	4,39
14,17	3,18

Ainsi, la culture de la betterave riche, c'est non seulement le bénéfice pour le cultivateur, mais encore la fertilité du sol ménagée et l'avenir sauvegardé. M. Pagnoul, l'éminent directeur de la Station agronomique d'Arras, l'a montré d'une façon saisissante dans le tableau I ci-dessus :

Tableau I. — Épuisement du sol par la betterave riche et la betterave pauvre.

RENDEMENTS A L'HECTARE	SUCRE % DE BETTERAVE	SELS ENLEVÉS A L'HECTARE	AZOTE ENLEVÉ PAR HECTARE	VALEUR DE L'ENGRAIS ENLEVÉ
38.000 k.	15	114 k.	76 k.	198
40.000	13.5	140	88	232
43.000	12.2	176	103	273
46.000	11.0	207	114	311
50.000	9.5	250	150	400
55.000	8.4	330	192	516

§ 2. — Élaboration du sucre dans la betterave.

On sait que le sucre est élaboré dans les feuilles, aux dépens du gaz carbonique, de l'air et de l'eau. C'est grâce aux minutieuses recherches de MM. Peligot, Violette, Corenwinder, Dehérain, Pagnoul et A. Girard, que ce fait est aujourd'hui acquis à la science.

C'est de toute pièce que se forme la matière sucrée, sous l'influence de la lumière. Le sucre, aussitôt produit dans la feuille, se dirige par le pétiole vers la racine, où il s'emmagasine. Mais, tandis que l'élaboration du saccharose dans les feuilles ne se fait que pendant le jour, le mouvement de descente s'exécute la nuit comme le jour, et, si l'on trouve, en analysant des feuilles, une quantité de sucre plus grande le jour que la nuit, c'est que pendant le jour le pétiole est insuffisant pour débiter toute la quantité qui se forme dans le limbe. La conséquence pratique de ce fait, c'est que, toutes choses égales, plus une betterave aura un système foliacé abondant, plus elle sera apte à former du sucre. Cela nous fait voir aussi la grande faute que l'on commettait en effeuillant les betteraves dans le cours de leur végétation, pour donner aux bestiaux une nourriture d'ailleurs assez médiocre. Enlever les feuilles, c'est empêcher le sucre de se former. Notre savant maître M. Dehérain, en comparant une betterave riche à une betterave pauvre, a trouvé que le poids des feuilles pour 100 de racines était de 61 dans la première et de 20 dans la seconde.

L'influence de la lumière sur l'élaboration du sucre est manifeste; M. Pagnoul a fait à ce sujet des expériences très concluantes en cultivant des betteraves à l'air libre, sous cloche transparente et sous cloche noire; les résultats obtenus montrent que la lumière influence non seulement la formation du sucre, mais qu'elle agit encore sur la formation des principes azotés et des sels minéraux, surtout des nitrates et des carbonates.

De la quantité de chaleur reçue par la betterave dépend surtout la durée de la végétation. Souvent les agriculteurs, parfois les agronomes, peu versés dans les questions de Physique, ont cru éclairer le problème en totalisant les nombres moyens des *degrés* de chaleur auxquels la plante s'est trouvée quotidiennement portée, à une même heure du jour, pendant les semailles et la levée, le développement de la partie végétative et la maturation. Est-il besoin de dire que de tels calculs n'offrent aucun sens? Ce qu'il importe de déterminer, pour chaque phase de l'évolution végétale, c'est d'une part le *degré* de chaleur minimum, optimum, maximum et la *quantité* de chaleur (nombre de *calories*) reçus par la plante. Il est regrettable que nous manquions de données précises à ce sujet.

La lumière, dont l'intensité représente la force sous l'influence de laquelle s'opère l'élaboration du sucre, doit agir surtout pendant les mois de juin, juillet, août et septembre. Les observations actinométriques donneront donc des indications précieuses en ce qui concerne la culture de la betterave à sucre.

Le diagramme ci-joint (fig. 10) montre nettement l'influence des circonstances atmosphériques sur le rendement et la richesse de la betterave depuis 1870.

§ 3. — **Production de la betterave riche.**

Pour arriver à produire de la betterave riche, les efforts de l'agriculteur doivent se porter sur trois points principaux : 1° choix de la graine; 2° fumure appropriée; 3° soins culturaux.

1. *Choix de la graine.* — Le choix de la semence joue un rôle capital, et c'est ici surtout que nous trouvons un nouvel exemple de l'application des données de la science à la culture pratique. En effet, il résulte des recherches de M. Petermann, directeur de la Station agronomique de Gembloux (Belgique) qu'une graine de betterave de bonne qualité ne doit pas contenir plus de 15 °/₀ d'eau et pas plus de 15 °/₀ d'impuretés; elle doit posséder un pouvoir germinatif minimum de 80 °/₀ et doit fournir environ 100.000 germes par kilogramme.

Il va sans dire qu'elle doit être issue d'une mère riche; la culture des porte-graines constitue d'ailleurs une spécialité dans les détails de laquelle nous ne saurions entrer ici; il en résulte que, dans la grande majorité des cas, le cultivateur doit se procurer sa graine dans des maisons de commerce; souvent aussi la graine est livrée par le fabricant. Mais, dans tous les cas, la semence doit être soumise à un contrôle rigoureux [1].

La grosseur de l'enveloppe n'est pas, comme on le croit souvent, une garantie de la grosseur et de la bonne qualité des semences qu'elle renferme. Jusque dans ces dernières années on a cru que les graines de provenance allemande, plus grosses que les nôtres, leur étaient supérieures; s'il en a été ainsi jusqu'en 1885, il n'en est pas moins vrai qu'à l'heure actuelle les choses ont changé. C'est ce qui ressort notamment des résultats obtenus dans les nombreux champs d'expériences établis, en 1889, dans quatorze circonscriptions françaises, par le *Syndicat des fabricants de sucre de France*; les expériences ont montré une différence de 203 kilogrammes de sucre à l'hectare, en faveur de la graine française. Plus récemment (1895), M. Manteau, directeur de l'École d'Agriculture de Wagnonville (Nord), a publié le résultat des expériences qu'il a faites sur le même sujet, et desquelles il ressort que la comparaison est entièrement à l'avantage des graines françaises. Enfin, des essais faits à l'École d'Agriculture de la Somme en 1895 sur sept variétés ont encore vérifié ce qui précède. Les moyennes, dans ces dernières expériences, ont donné les chiffres relevés dans notre tableau II.

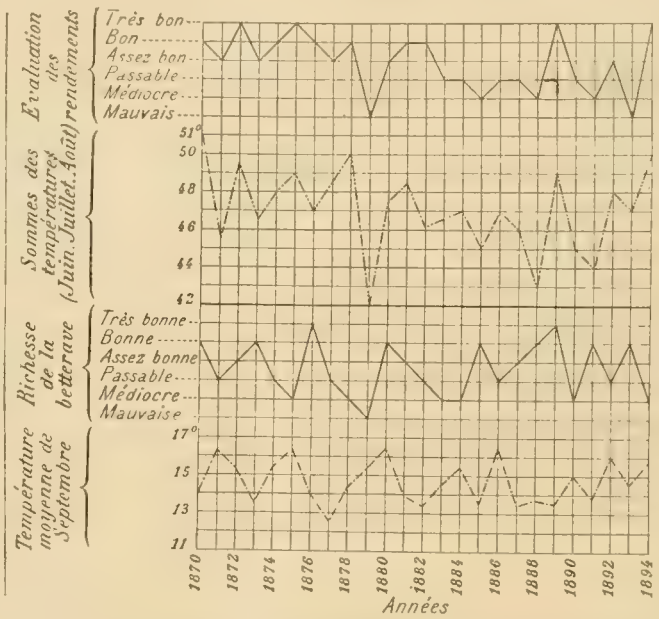


Fig. 10. — *Diagramme montrant l'influence de la température sur le rendement et la richesse en sucre de la betterave.*

Il est d'ailleurs de toute évidence que les agriculteurs ont intérêt à employer des graines de betteraves sélectionnées, cultivées sur des terres aussi voisines que possible des leurs, ou, tout au moins, de même nature agrologique, où l'on a eu soin d'employer, suivant le vœu formulé par le *Congrès betteravier* en 1882, « des betteraves-mères cultivées dans des conditions normales et non des racines amenées par une culture exceptionnelle à présenter des caractères de richesse et de forme qui ne sont pas inhérents à la race elle-même [1] ».

Tableau II.

	GRAINES FRANÇAISES	GRAINES ALLEMANDES
Poids moyen d'une racine...	515 gr.	513 gr.
Densite du jus à 15°.....	7,18	6,72
Sucre par décilitre de jus...	15,68	15,44
Quotient de pureté.....	85,15	84,73
Sucre °/₀ de betterave.....	14,245	13,34

[1] Il ne faut pas confondre l'enveloppe extérieure du glomérule avec les graines proprement dites qui s'y trouvent contenues; cette distinction a une très grande importance pratique en ce qui concerne les soins culturaux.

[1] Dans ces dernières années, on a également essayé, principalement dans quelques exploitations du département de l'Aisne, des graines de provenance russe, qui ont donné, en général, de bons résultats, principalement les graines de Mayzel de Bzozowka (Pologne). Voici à ce sujet ce que disait le *Journal des fabricants de sucre* du 16 octobre 1894 : « La supériorité de ces semences à la levée, la parfaite uniformité de la plante pendant la végétation sont incontestables, et tous les renseignements qui ont été communiqués

2. *Semailles.* — L'époque du semis n'est pas moins importante que le choix de la graine. Plus on sème tôt les betteraves, fait observer M. Hitier, répétiteur à l'Institut Agronomique, mieux cela vaut; des semis effectués fin mars ont donné un rendement supérieur de 30 pour 100 à des semis du commencement de mai. On ne peut guère semer plus tôt, car on s'exposerait à voir un assez grand nombre de betteraves monter en graines. Souvent l'état de la terre, très humide, oblige à des semis tardifs; dans ce cas, M. Ladureau conseille, pour hâter la germination, de maintenir la graine dans un tonneau plein d'eau à la température de 30 à 35° pendant quelques heures. On laisse ensuite écouler l'eau et on sème la graine, qui germe alors en très peu de temps. Il convient toutefois de faire observer que cette pratique serait très dangereuse si la sécheresse survenait aussitôt après le semis. S'il est hors de doute que les semis précoces sont les plus favorables, il n'est pas moins vrai que les terres doivent être suffisamment réchauffées. En effet, les graines exigeant, pour la germination, une température de 8° C., rien n'est plus pernicieux que de les laisser plusieurs semaines dans la terre sans germer, car alors elles pourrissent ou deviennent la proie des insectes.

3. *Espacement des lignes et profondeur du semis.* — La betterave se semant toujours en lignes, l'espacement de celles-ci doit être aussi réduit que possible, tout en permettant, bien entendu, d'effectuer sans aucune gêne les binages et sarclages nécessaires. Cette influence du rapprochement se fait sentir, non seulement sur la richesse en sucre,

Tableau III. — Influence de l'écartement des lignes.

	POIDS DE LA RACINE	SUCRE %	RENDEMENT A L'HECTARE RACINES	RENDEMENT EN SUCRE A L'HECTARE	CENDRES ALCALINES % DE SUCRE
Grande distance (35 cm.).	696	11,9	56.000	6664	7,00
Petite distance (25 cm.).	300	14,5	48.000	6960	2,20

mais encore sur le taux des matières minérales; c'est donc bien à tort qu'on dit parfois que les betteraves rapprochées épuisent davantage le sol. Voici d'ailleurs (tableau III) les résultats obtenus par M. Pagnoul; ils ne laissent aucun doute à ce sujet.

M. Petermann a également fait, sur l'influence de la distance, de nombreuses expériences, desquelles il résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, le rapprochement des plants détermine une augmentation du produit des racines, mais que cette augmentation a cependant une limite. C'est l'espacement de 40 centimètres qui semble le plus avantageux, tout au moins dans la région du Nord. Ce n'est que pour les variétés à racines très peu volumineuses que le rapprochement peut être poussé à 35 centimètres. Quant à la distance à laisser entre deux betteraves sur une même ligne, elle se règle lors de l'éclaircissage et du démariage, dont nous parlerons plus loin.

Une question beaucoup moins étudiée, bien que d'un grand intérêt pratique, est celle de la profondeur à laquelle il convient d'enterrer les semences. Le Dr Grassmann a fait à ce sujet des expériences très concluantes à la Station Agricole de Grœbers. Ces expériences ont montré qu'au delà de 2 centimètres, la proportion de germes pour 100 diminue rapidement, pour tomber à moins de 10 au-dessous de 6 centimètres. Au delà de 9 centimètres, la graine ne lève plus. C'est donc à environ 2 centimètres de profondeur que le semis est dans les meilleures conditions de réussite.

L'ensemencement se fait exclusivement aujourd'hui avec les semoirs mécaniques, qui, seuls, peuvent donner la régularité d'espacement et de profondeur ainsi que la célérité voulue dans le travail. On arrive ainsi, dans les cultures, à répandre de 28 à 32 kilogrammes de semence par hectare. D'ailleurs, mieux vaut en mettre trop que pas assez, car les insectes se chargent, en général, d'éclaircir le semis, qu'on pourra d'ailleurs facilement dégager par la suite s'il est trop serré.

Quels que soient les systèmes de semoirs employés, — et ils sont nombreux, — il faut qu'ils tassent un peu le fond de la raie qu'ils ouvrent; de plus, une fois recouverte de terre, celle-ci doit être de nouveau foulée; c'est pour cela que les tubes distributeurs, dans beaucoup de semoirs à betteraves, sont généralement suivis de petites roulettes qui effectuent ce tassement.

4. *Influence des engrais.* — La question des engrais pour la betterave à sucre est absolument prépondérante; elle a trait non seulement à la nature et à la quantité de ceux-ci, mais encore à l'époque de l'épandage et à leur mode de répartition dans le sol; elle dépend aussi, dans une certaine mesure, de l'assolement adopté.

Dans la plupart des assolements français, la betterave occupe la première sole sur fumier; le blé occupe la sole suivante; c'est donc tout l'opposé de ce qui a lieu en Allemagne.

a. Préparation du sol. — Tout d'abord, la terre devra être bien préparée, et surtout profondé-

sur la forme, le poids et la qualité de ces betteraves leur attribuent un rang souvent supérieur et jamais inférieur à celui des graines allemandes les plus renommées. »

ment ameublie, car la betterave est essentiellement pivotante ; d'ailleurs les engrais seront beaucoup mieux répartis dans une terre ameublie. Autant que possible, le premier labour sera donné avant l'hiver, en novembre ou décembre, pour que les gelées puissent agir sur la terre retournée. Voici à ce sujet (tableau IV) les résultats obtenus par M. Mariage et communiqués en 1882 au *Congrès betteravier* :

Tableau IV. — Influence de la préparation du sol.

	BETTERAVES CULTIVÉES	
	sur défoncement pratiqué avant l'hiver	sur labour ordinaire de printemps
Poids moyen.....	1 k. 397	1 k. 073
Densité du jus.....	6 1	5 1
Sucre p. 100.....	12 97	10 37

Mais on sait que les labours profonds ne sont pas toujours possibles ; parfois la nature du sous-sol s'y oppose ; dans ce cas, pour aérer le sous-sol sans ramener la terre du fond à la surface, on a souvent recours à l'emploi des charrues fouilleuses, ou bien on se sert d'une sorte de griffe adaptée à la partie postérieure de la charrue et qui fouille le fond de la raie.

Quoique le sucre n'enlève rien au sol de ses éléments de fertilité, il faut, pour que celui-ci s'accumule dans la racine, que la plante dispose d'une nourriture abondante et appropriée. D'après MM. Müntz et Girard, une récolte moyenne de betterave sucrière, de 30.000 kilos de racines et 12.000 kilos de feuilles, enlève au sol les quantités suivantes d'éléments utiles [1] (tableau V).

Tableau V. — Quantités d'éléments pris au sol.

	RACINES	FEUILLES	TOTAL
	Kg.	Kg.	Kg.
Azote.....	48,0	36,0	84,0
Acide phosphorique.	33,0	12,0	45,0
Potasse.....	120,0	48,0	168,0
Chaux.....	15,0	43,2	58,2
Magnésie.....	21,0	39,6	60,6

b. Application et appropriation des engrais. — Ce sont donc au moins ces quantités de matières nutritives que la betterave doit trouver dans le sol. Or, le fumier de ferme seul ne pourrait être employé dans ce but, d'autant plus que, lorsqu'il est appliqué directement, il déprime la richesse saccharine, augmente la richesse en sels minéraux et donne des betteraves racineuses ; aussi est-il recommandé d'appliquer le fumier le plus tôt possible en automne et de ne faire usage que de fumier *mixte*, bien décomposé, pour que la nitrification se fasse régulièrement et au fur et à mesure des besoins de la plante. Cette fumure, — qui, dans la plupart des terres, ne doit pas dépasser 20.000 à 25.000 kilos par hectare, — sera complétée par des engrais de commerce. En Allemagne on n'emploie même pas de fumier pour la betterave qui vient après un blé fumé. Cependant, M. Maerker fait remarquer qu'un grand nombre de cultivateurs des plus distingués de la province de Saxe emploient maintenant des doses modérées de fumier à l'automne, et ils obtiennent des rendements quantitativement élevés, sans que la richesse et la pureté du jus en souffrent.

Le complément de fumure est fourni : par le sulfate d'ammoniaque ou le nitrate de soude, qui est généralement préféré ; par des phosphates ou des superphosphates et par des sels de potasse. Mais il faut être très prudent en ce qui concerne les proportions relatives de ces engrais. C'est ainsi qu'il faut éviter l'excès d'azote nitrique ; quoique donnant une augmentation de poids, cet azote retarde, en effet, la maturité, diminue la richesse et augmente la proportion de sels. En général, il n'est pas prudent de dépasser la dose de 300 à 400 kilos par hectare ; encore faut-il y associer des engrais phosphatés.

Beaucoup d'agronomes recommandent d'associer toujours les engrais de telle sorte que pour 1 d'azote il y ait 2 d'acide phosphorique soluble dans l'eau ; c'est là une bonne indication, mais elle ne saurait être généralisée : car elle ne considère pas la composition chimique du sol, qui, dans certains cas, est manifestement riche en acide phosphorique et pauvre en azote, ou inversement.

Néanmoins, les nombreuses expériences culturales de M. Petermann constatent l'efficacité d'une fumure à l'hectare de 60 kilos d'azote nitrique et de 120 kilos d'acide phosphorique de superphosphate, tout au moins en terre forte. L'augmentation de la production dans ces conditions, qui sont sensiblement celles de la majorité des cultures de betteraves en Belgique, peut être fixée au chiffre moyen de 11.000 kilos environ par hectare.

Cette action si favorable de l'acide phosphorique a, en outre, été constatée par M. Prianichnikow en 1889, dans le tchernozème de Russie.

Dans ces expériences, l'action de l'acide phosphorique, tout en élevant le rendement, rehausse aussi la richesse saccharine [1].

[1] Nous ne donnons ces chiffres qu'à titre de simple indication, car nous avons vu qu'ils sont très variables avec la richesse saccharine de la betterave. A. L. ET L. M.

[1] Voy. GRANDEAU : *Annales de la Science agronomique*,

L'acide phosphorique est généralement distribué sous forme de superphosphates, à la dose de 500 à 800 kilos; plus rarement cet engrais est remplacé par les phosphates naturels ou les scories de déphosphoration, à dose double. En Allemagne, on a beaucoup préconisé l'emploi des engrais potassiques; toutefois il ne faut pas en abuser, surtout dans les terres fortes, qui sont généralement bien pourvues de potasse. A dose modérée, ces engrais donnent souvent de bons résultats, tant pour la qualité que pour la quantité; mais, ici encore, comme le recommande M. A. Damseaux, l'essai doit guider le praticien. « On ne peut pas méconnaître, dit ce savant, que la betterave a de grandes exigences en potasse et que la diffusion de ce corps dans la couche arable et dans les profondeurs est très lente. Si des cultivateurs ne l'appliquent pas utilement à l'état d'engrais potassique proprement dit, il faut considérer s'ils n'en alimentent pas leurs terres autrement, par exemple, par des fumures abondantes d'engrais d'étable riche, par des chaulages dégageant la potasse de ses combinaisons inertes, etc. Quoi qu'il en soit, c'est sous forme de sulfate ou bien de carbonate de potassium qu'il convient surtout d'appliquer la potasse à la betterave et, pour plus de sécurité, à la culture précédente. »

Dans beaucoup d'exploitations du Nord et du Pas-de-Calais, on diminue souvent la proportion d'engrais minéraux et on applique des tourteaux, surtout ceux de sésame, à des doses de 1.000 à 1.800 kilos par hectare. M. P. P. Dehérain a particulièrement étudié l'action des tourteaux sur la betterave à sucre. Dans les expériences faites à Grignon en 1887 sur des betteraves Dippe, les fortes doses de tourteaux ont légèrement élevé le rendement, mais elles ont un peu diminué la richesse; toutefois ces différences sont très faibles. Dans les expériences faites à Wardrecques, la même année, sur la betterave Vilmorin, le rendement le plus fort a été obtenu avec une dose moyenne de tourteaux : les doses, doubles l'une de l'autre, n'ont donné en faveur de la plus forte qu'une différence de 1.100 kilos [1].

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les tourteaux de graines oléagineuses sont, avant tout, des engrais azotés.

Enfin, il va sans dire que le sol doit renfermer de la chaux en quantité suffisante; la meilleure manière pour lui restituer cet élément est d'appliquer des écumes de défécation qu'on transporte sur les terres en janvier et en février et qu'on enterre par des labours; dans la région du Nord, on les applique à la dose de 20.000 à 30.000 kilos par hectare. Ces matières fertilisantes, qui renferment non seulement du calcaire, mais encore de la chaux libre et de l'azote organique, réussissent particulièrement bien dans les terres argileuses. Les fabriques de sucre les livrent aux cultivateurs au prix de 3 à 4 francs les 1.000 kilos.

Enfin on a aussi préconisé, en ces derniers temps, l'emploi des sels de magnésie et de fer.

Pour les premiers, la question n'est pas encore élucidée; cependant les expériences faites par nous, l'année dernière, à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais, ont montré que l'emploi du sulfate de magnésie à la dose de 300 kilos par hectare augmente quelque peu les rendements [1]. Avec le sulfate de fer, le rendement a été également bon, moins toutefois qu'avec la magnésie; mais, par contre, la richesse en sucre s'est trouvée notablement accrue avec cette substance. Un résultat semblable, moins accentué toutefois, avait été constaté en 1889 par M. Marguerite Delacharlony, qui s'est tout spécialement occupé de l'action de sulfate de fer [2]. L'augmentation du rendement sous l'action de ce sel a varié de 5 à 30 %, suivant les circonstances.

Une dose de sulfate de fer variant de 100 à 300 kilos paraît surtout appropriée aux terres peu calcaires ou chaulées, comme le sont d'ordinaire les terres à betteraves.

On voit, d'après tout ce qui précède, que les engrais judicieusement appropriés permettraient de cultiver la betterave sans interruption et presque indéfiniment sur le même sol. Ainsi, près de Béthune, se trouve un champ appartenant à M. Delisse, qui a porté des betteraves d'une matière continue depuis plus de quarante ans, sans que la plante ait cessé d'y présenter ses caractères normaux. Sur le champ d'expériences de la Station Agronomique du Pas-de-Calais, M. Pagnoul a cultivé de 1870 à 1886, des betteraves dans des conditions semblables, et cette expérience a montré que la pauvreté des betteraves longtemps cultivées dans le nord de la France devait être attribuée à la nature de la graine ou au mode de culture et non pas à l'épuisement du sol, comme on l'avait prétendu [3].

1892. T. II, p. 362. *Physiologie et culture de la betterave à sucre*, par PRIANICHNIKOW, trad. par J. Vilbouchevitch.

[1] *Annales agronomiques*. T. XII, p. 37.

[1] Voy. *Annales agronomiques* du 25 janvier 1895. Note sur l'action des engrais magnésiens, par A. LARBALÉTRIER et MALPEAUX.

[2] Voy. *Journal de l'Agriculture*, 1889. T. I. Effets du sulfate de fer sur les betteraves.

[3] Cet article était composé lorsque nous avons eu connaissance des recherches faites aux champs d'expériences du Comice agricole de Saint-Quentin, ayant pour objectif de concilier la production de la betterave très riche avec de forts rendements en poids. Le rapport publié, à ce sujet, par M. A. Vivien, montre que cet important problème peut, dès maintenant, être considéré comme touchant à la solution.

C'est non seulement au choix des graines qu'il faut s'attacher, mais peut-être aussi y aurait-il lieu, comme le fait

Il nous reste à dire un mot du mode d'épandage des engrais, qui est loin d'être indifférent. M. Derôme, de Bavay (Nord), qui a particulièrement étudié cette question, a trouvé, après des expériences poursuivies pendant plus de douze ans, que l'enfouissement des engrais artificiels à la charrue est de beaucoup supérieur au procédé qui consiste à les répandre à la surface du labour et à les enfouir à l'extirpateur. Il a démontré, en outre, que l'emploi de l'engrais dans le rayon du semoir était encore préférable, et que les résultats de ce mode d'emploi sont d'autant plus élevés que les plants sont plus rapprochés.

3. *Soins d'entretien.* — Une bonne graine, semée dans des conditions normales, sur un sol bien préparé, lève du dixième au douzième jour, suivant la température. Aussitôt après, on donne un premier binage destiné à briser la croûte du sol entre les lignes, tout en enlevant les mauvaises herbes, si elles existent.

Quelques jours après, on donne un second binage, qui doit être plus profond et qui précède et parfois même se confond avec le *démariage*. D'ailleurs, les champs de betteraves ne sont jamais binés ni trop tôt ni trop souvent. Pour obtenir une bonne récolte, il faut donner au moins quatre binages et les frais que nécessitent ces opérations sont, en général, largement payés par l'excédent de produit qui en résulte, surtout si on les exécute avec des instruments attelés. M. Knauer, fabricant de sucre à Groebers, cite à ce sujet un exemple très remarquable :

« Sur un sol complètement homogène on sarcla, d'une à cinq fois, cinq parcelles de betteraves situées les unes à côté des autres; les intervalles étaient plus longs pour celles qui avaient moins de sarclages que pour celles qui en avaient davantage, en sorte que, par exemple, le troisième sarclage fut fait sur le n° 3, en même temps que le cinquième sur le n° 5, ce qui avait lieu en faveur des parcelles moins sarclées, et cependant celles-ci donnèrent, par hectare, le rendement suivant :

1 sarclage par hectare	=	15.920	kilos.
2 sarclages —	=	18.252	—
3 — —	=	24.371	—
4 — —	=	28.145	—
5 — —	=	29.480	—

« Dans les autres expériences, les betteraves sarclées une seule fois ne donnèrent presque aucun rendement et rarement il dépassa 100 quintaux par hectare. Si nous considérons que la qualité des betteraves sarclées plus souvent est bien supérieure, personne ne pourra plus rester dans le doute sur le nombre de sarclages qu'il doit faire. Actuellement, où les travaux de sarclages se font à l'aide de la machine, l'ouvraison des betteraves est facile et à bon marché, et on fait bien, après le dernier sarclage, de butter encore les plantes à l'aide de la machine. »

6. *Démariage et éclaircissage.* — L'opération du démariage consiste à enlever à la main les touffes qui constituent chaque pied, de manière à n'en laisser qu'une qui sera, bien entendu, la plus belle. Ce démariage a une importance de premier ordre, car on sait que ce qu'on nomme vulgairement une graine de betterave est, en réalité, un fruit qui, contenant plusieurs graines, donne naissance à plusieurs plantes. Cette opération ne doit pas être différée ; on y procédera néanmoins lorsque le sol sera un peu humide. Le démariage laisse généralement à désirer en France. M. Simon-Legrand [1] attribue à son imperfection les nombreux manques que l'on constate dans nos cultures. M. Simon-Legrand conseille de ne démarier que lorsque la betterave a la grosseur d'un crayon. Elle résiste mieux à la perturbation que cette pratique jette momentanément dans son développement, et elle oppose une plus grande force de résistance aux insectes.

Tableau VI. — Résultats du Démariage et de l'Eclaircissage.

BETTERAVES PAR MÈTRE CARRÉ	RENDEMENT A L'HECTARE	RICHESSE EN SUCRE	SUCRE PAR HECTARE
11	44.400 k.	16.25	7.232 k.
22	56.960	16.62	9.470

On fait en même temps l'éclaircissage sur les lignes et on s'arrange de manière à ce que les betteraves soient suffisamment rapprochées. Nous avons vu, en parlant des semis, que les lignes ne doivent pas être trop écartées, mais il n'est pas moins important de ne laisser sur une même rangée qu'un nombre déterminé de racines. Pour avoir richesse et quantité, on admet qu'il faut au moins dix betteraves au mètre carré ; de cette manière, elles mûrissent plus facilement et résistent mieux aux excès de sécheresse ou d'humidité. Par le rapprochement, l'appareil foliacé se développe et la plante se trouve de ce fait dans de meilleures conditions pour l'élaboration du sucre. Mais, comme le recommande aussi M. Fl. Desprez, l'écartement entre les plants doit être proportionné à la nature et à la fertilité du sol, à la façon de les cultiver et à sa richesse en engrais. C'est ainsi que dans des conditions identiques, cet agriculteur a obtenu les résultats relatés dans le tableau VI.

remarquer le savant rapporteur, de modifier la nature des engrais, en employant un peu moins d'azote pour obtenir, comme en Allemagne, des betteraves de grande richesse et réduire les frais à l'hectare. L'excès d'azote diminue la richesse, pousse au développement exagéré des feuilles et nuit à l'accroissement de la betterave proprement dite. Une terre contenant trop d'azote donne moins de rendement que celle où tous les éléments utiles à la végétation sont en proportion convenable.

[1] Cité par G. Dureau dans son *Traité de la culture de la betterave à sucre*, p. 339.

Le calcul de cet espacement est facile en se servant de la relation suivante, dans laquelle e représente en centimètres l'espacement que l'on donne entre deux lignes, d en centimètres la distance entre les betteraves sur la même ligne, et n le nombre de betteraves par mètre carré :

$$e \times d \times n = 10.000; \quad \text{d'où :} \quad d = \frac{10.000}{e\,n}.$$

Les figures 11, 12, 13 et 14 donnent, d'après M. G. Gras [1], pour des espacements de 35, 40, 42 et 44 centimètres, quelques applications de cette formule pratique.

Remarquons que les sarclages doivent être donnés autant que possible par un temps sec; si faire se peut, l'intervalle de l'un à l'autre ne devra pas dépasser dix à quinze jours.

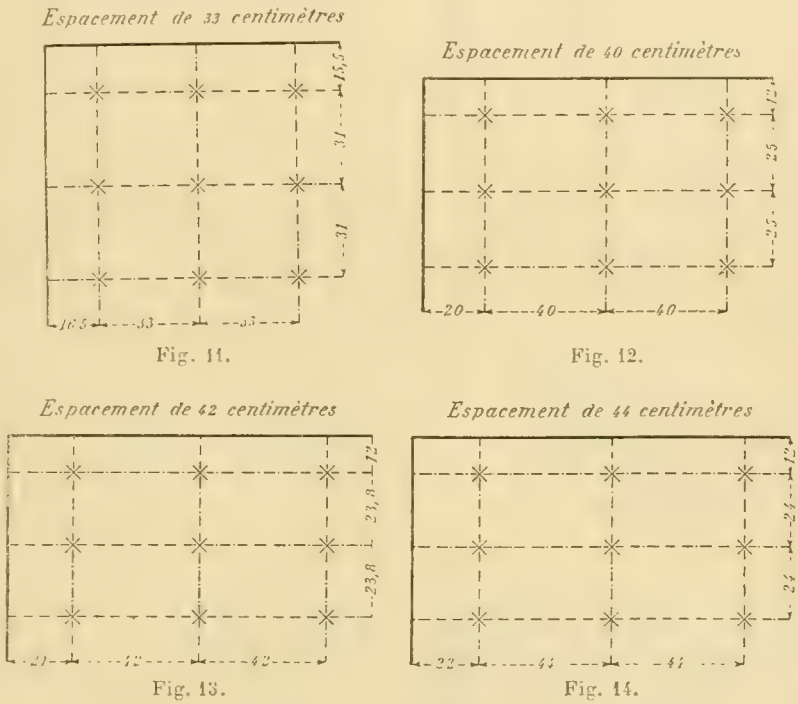


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

Fig. 11 à 14. — *Exemples de quelques espacements donnant de bons résultats dans la culture de la betterave.*

§ 4. — Accidents et maladies.

Pendant sa végétation, la betterave, comme la plupart des plantes cultivées d'ailleurs, est sujette à plusieurs accidents et maladies qui diminuent souvent son produit dans une large mesure. A ce point de vue, nous ne mentionnerons que la montée en graine et les attaques de quelques parasites, animaux et végétaux.

1° *Accidents de la montée en graine.* — Quoique bisannuelle, il arrive parfois que la betterave pousse des tiges et fructifie dès la première année; en 1890 et 1894 notamment, cet accident s'est produit sur une assez grande échelle dans diverses régions de la France. Il résulte d'analyses nombreuses, que les racines qui se trouvent dans ces conditions sont aussi riches que les autres en sucre; par contre, elles sont très ligneuses et créent de ce fait de grandes difficultés au travail en fabrique; de plus, elles se conservent mal et ont une grande propension à la pourriture.

[1] Georges GRAS : *Annuaire de la betterave*, 1894.

D'après le Dr Kurt Rumker, de Halle, les causes de cet accident sont, les unes extérieures, les autres innées. Parmi les premières, il faut citer les changements accentués du temps, par exemple la succession d'une période extrêmement sèche à une période très humide, ou inversement; en ce qui a trait aux causes innées, la principale est sans contredit la prédisposition atavique qu'ont les betteraves de retourner à leur état originel de plantes annuelles. Rimpau a démontré ce fait par ses essais de 1874 à 1878.

En 1890, suivant la remarque de M. J. Troude, ce phénomène s'est manifesté dans la proportion de 6 à 8 % dans la plaine de Caen; dans l'Aisne, certaines pièces ont offert jusqu'à 25 % de betteraves montées. Nous avons pu, nous-mêmes, observer dans un champ aux environs d'Arras, en 1894, la proportion énorme de 15 %. Certains fabricants et cultivateurs cherchent à atténuer les effets de la pousse en graine par l'enlèvement de la tête des tiges. Cette opération, surtout si elle est faite à une époque tardive, ou si la montée se déclare peu de temps avant l'arrachage, est un remède pire que le mal. En effet, la betterave, dans ces conditions, veut monter en graines quand même, elle tend à tourner l'obstacle opposé à son développement en poussant des jets latéraux ou tiges secondaires, qui se produisent toujours aux dépens du poids de la racine et de la richesse en sucre.

2° *Maladies parasitaires.* — Le cadre de cette monographie ne nous permet pas de décrire ni même de mentionner tous les parasites animaux et végétaux qui s'attaquent à la betterave ; ils sont légion d'ailleurs; signalons seulement les ravages du *ver gris* ou larve de la Noctuelle des moissons (*Agrostis Segetum*), ceux de la larve du Silphe opaque (*Silpha opaca*) qui, en 1888 et 1894, a fait de nom-

breux dégâts dans le nord de la France, enfin les Nématodes ou Anguillules (*Heterodera Schachtii*), vers microscopiques que Schacht a signalés pour la première fois en 1859 et qui ont été observés en France, notamment en 1884 par M. Aimé Girard à Joinville. Ces vers minuscules, qui mesurent 0 mm 3 de longueur, atteignent les radicelles de la plante, dont le collet ne tarde pas à noircir, tandis que les feuilles se flétrissent et que la racine s'amollit en se décomposant. Kuhn a proposé, pour lutter contre cette maladie, l'emploi de plantes-pièges préférées par les vers. M. Girard a préconisé l'emploi du sulfure de carbone à raison de 300 grammes par mètre carré. On sait que les essais tentés dans ce sens ont conduit ce savant à la découverte si inattendue de l'influence favorable du sulfure de carbone à doses massives sur la nitrification des matières organiques azotées du sol.

Fig. 15. — *Plan des fourches de l'arracheuse Bajac.* (Fig. 16.)

Enfin, une maladie, de nature végétale, qui a été particulièrement bien étudiée par M. Prillieux en 1894, est la « *pourriture du cœur de la betterave* ». Elle est due à un champignon microscopique, auquel ce savant a donné le nom de *Phyllosticta tabifica*, et se traduit par le noircissement du cœur accompagné de l'abaissement des grandes feuilles, qui ensuite se dessèchent et présentent une grande tache blanchâtre entourée d'une auréole brune.

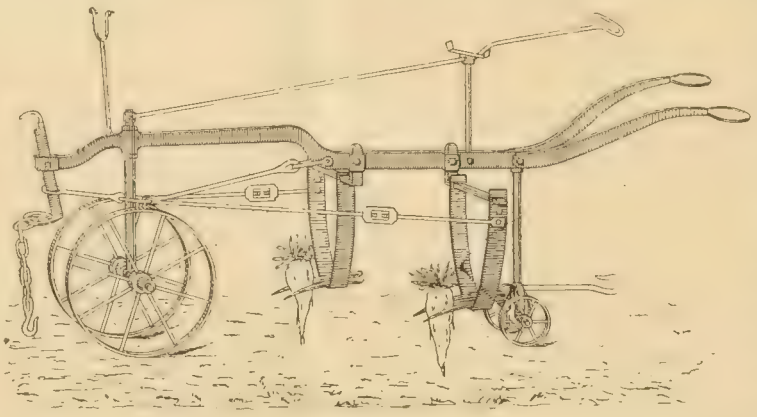


Fig. 16. — *Arracheuse de betteraves de M. Bajac.* — Dans cet appareil, les fourches (voir fig. 15) pénètrent dans le sol à une certaine profondeur et dégagent la racine de la gangue de terre qui l'emprisonne. Mais ce travail n'est pas terminé; il faut ensuite procéder au coupage des feuilles (décolletage) et au nettoyage de la betterave.

§ 5. — Arrachage.

La maturité agricole de la betterave sucrière se reconnaît au jaunissement des feuilles. Toutefois ce signe n'a rien de certain, car, suivant le degré de sécheresse et de fertilité du sol, la betterave peut paraître mûre à une époque où sa croissance n'est même pas achevée. Le Dr Brien a fait de nombreuses expériences, desquelles il résulte que, dans les betteraves arrivées à complète maturité, le rapport du poids des racines au poids des feuilles est de 70 à 30. Ce rapport est atteint de fin septembre à fin octobre, suivant : 1° l'époque plus ou moins hâtive des semailles; 2° la fertilité du sol et la nature des engrais; enfin, 3° selon les circonstances météorologiques.

L'arrachage se fait, soit à la main, avec des outils spéciaux tels que bêche ou fourche, soit avec des machines attelées. Pour le travail à bras d'homme, les avis sont très partagés, l'outil à préférer variant, d'ailleurs, avec la nature du sol et aussi, dans une certaine mesure, avec la variété de betterave cultivée.

L'arrachage à l'aide de machines ou arracheuses de betteraves a de nombreux avantages; il est, en général, plus économique et, de plus, il accélère notablement l'opération. De nombreux types d'arracheuses ont été proposés, mais bien peu sont à l'abri de toute critique, malgré les encouragements dont ces machines ont été l'objet en ces dernières années. Tout récemment encore, le 22 septembre 1895, le *Syndicat des fabricants de sucre* a organisé à Cambrai un concours d'arracheuses de betteraves, qui a été présidé par M. Tisserand, directeur au Ministère de l'Agriculture. Le premier prix a été décerné à M. Bajac, de Liancourt, pour son arracheuse à un rang (fig. 15 et 16), à deux disques coupants et à deux roues à l'avant pesant 80 kilogrammes chacune. A ce même concours une prime d'encouragement a été accordée à M. Frennet-Wauthier, de Ligny (Belgique), pour une arracheuse basée sur un tout autre principe et qui, à notre avis, n'attend plus que quelques perfectionnements pour entrer dans une voie absolument pratique. Cette machine est représentée par la figure 17.

Quel que soit, d'ailleurs, le mode d'arrachage employé, la betterave, c'est là un point essentiel, ne doit pas être blessée ni meurtrie, car toute racine atteinte par le fer est condamnée à la pourriture.

Une fois les betteraves sorties de terre, il est utile de les laisser étendues sur le sol, autant que possible munies de leurs feuilles, pendant quelques jours, afin de faciliter le détachement de la terre

adhérente. Toutefois il ne faut pas exagérer cette manœuvre, car la betterave qui subit un commencement de dessiccation est éminemment altérable. Il est possible de conserver assez longtemps les betteraves sans grande altération, en suivant les règles édictées par la pratique et l'expérience. Or, comme le fait observer M. A. Leroux, la betterave se décompose et perd son sucre sous l'influence de trois causes : l'eau, l'air, la chaleur, et tous les efforts pour obtenir une bonne conservation doivent reposer sur l'atténuation de l'influence de ces éléments; c'est dans ce but qu'on fait des silos. Mais il ne faut pas oublier que, pour qu'une betterave à ensiloter se conserve bien, il est indispensable qu'elle soit exempte de blessures profondes, qu'elle soit légèrement humide, bien décolletée et propre.

§ 6. — Frais de culture.

Il est assez difficile de se rendre un compte exact des frais qu'entraîne la culture de la betterave à sucre et des bénéfices qu'on peut en retirer : car les éléments de calcul sont très variables, et les généralisations dans ce sens seraient toujours très hasardées.

Les dépenses sont toujours très élevées, non seulement par suite des grandes quantités d'engrais complémentaires qu'il faut à la plante, mais encore par les nombreuses façons culturales qu'elle nécessite. Il ne faut pas oublier non plus que la betterave demande des terres profondes, d'excellente qualité et, par suite, d'un loyer élevé. Il est donc de toute nécessité, pour réaliser des bénéfices, que le rendement en tubercules soit élevé et aussi que la racine soit riche, puisque la vente se fait suivant la richesse.

Aux prix de 20 à 22 francs les 1.000 kilos, offerts cette année par les fabricants dans beaucoup d'endroits, il est impossible, dans la grande majorité des exploitations françaises, de retrouver ses dépenses. Ainsi, dans la plaine de Laon, qui est une des régions où la betterave à sucre se fait dans les meilleures conditions, le prix de revient est supérieur à 24 francs, comme le montrent les chiffres suivants empruntés au Rapport présenté en 1895 au *Comice agricole de Laon* :

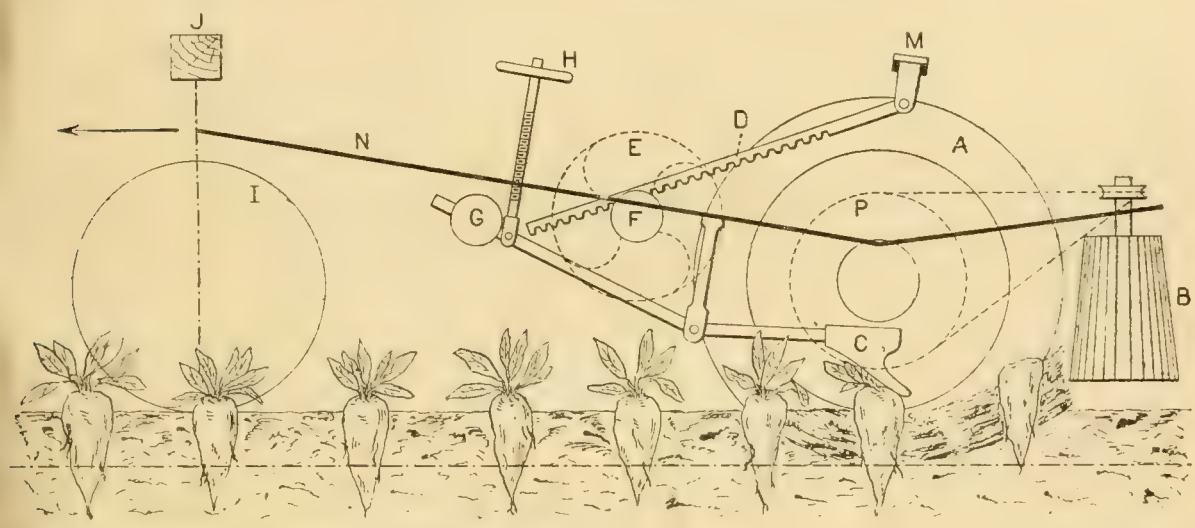


Fig. 17. — *Arracheuse de betteraves de M. Frennet-Wauthier.* — A, disque tranchant; B, décrotteur; C, décolleteur; D, crémaillère réglant l'entrée des disques dans le sol; E, volant de manœuvre pour sortir la machine du sol; F, pignon calé sur l'axe du volant; G, contre-poids du décolleteur; H, régulateur du décolleteur; I, roue d'avant-train; M, support; P, roue de transmission pour le mouvement du décrotteur. — Dans cet appareil, il y a deux disques tranchants A, placés l'un à côté de l'autre et allant en se rapprochant vers l'avant; lorsqu'ils pénètrent en terre, la betterave, saisie par le collet et coincée entre la partie resserrée des disques, est soulevée par le mouvement de rotation de l'appareil et sort de terre; au passage, les feuilles sont coupées par le décolleteur C, et la betterave est projetée contre le décrotteur B qui la débarrasse de sa gangue terreuse.

Prix de revient d'un hectare de betteraves dans la plaine de Laon :

Fermage, impôts, prestations	80fr	»
Mesurages	1	»
Frais de surveillance	4	»
Part de fumures et engrais de fond	116	66
Engrais superficiels	177	50
Semences, y compris main-d'œuvre	45	»
Binages, arrachage, etc	95	»
Travail des houes à cheval	25	»
Transport des betteraves	75	»
Travaux de culture divers	124	34
TOTAL	743	50
Réensemencement, hannetonnage et divers frais (mémoire)	»	»
A déduire : 20.000 kilos de feuilles à 3 francs le mille.	60	»
TOTAL	683	50

Produits : En prenant pour base le produit moyen d'un hectare de betteraves à 28.000 kilos à 7 degrés, nous aurons : 683.50 : 28 = 24 fr. 41 comme prix de revient.

Dans ces conditions il faudrait donc que le prix de vente fût au minimum de 27 francs les 1.000 kilos

pour que le cultivateur trouvât son compte.

Le prix de vente dans ces deux dernières années a beaucoup faibli par suite de la crise qui sévit sur l'industrie du sucre. C'est ce qui ressort de l'examen du tableau VII dans lequel nous avons indiqué les prix moyens pour la France depuis 1881, en regard du rendement à l'hectare et de la richesse en sucre (Voir aussi figure 18).

Tableau VII. — Culture de la betterave à sucre en France depuis 1881.

ANNÉES	PRIX DES 1.000 KGR.	PRODUIT BRUT A L'HECTARE	RENDEMENT MOYEN A L'HECTARE	RICHESSE EN SUCRE %
	fr.	k. q.	k.	
1881	20.90	706	33.800	11.05
1882	21.00	733	34.900	10.69
1883	20.60	727	35.300	11.23
1884	19.10	598	31.300	10.87
1885	22.70	670	29.500	12.27
1886	24.00	765	31.900	12.15
1889	31.00	1.001	24.500	12.71
1892	27.80	691	25.600	12.28
1894	22.80	647	28.400	12.25

En Allemagne, la culture de la betterave sucrière est en général plus lucrative, vu le prix accordé par les fabricants, le taux moins élevé de la main-

Fig. 18. — *Diagramme montrant le produit brut par hectare et le prix d'achat de 1000 kilogr. de betterave à sucre en France de 1881 à 1894.*

d'œuvre et aussi le fermage et les impôts, qui sont loin d'arriver aux chiffres atteints chez nous.

§ 7. Rendements et étendue cultivée. — Comparaison avec l'étranger.

Les rendements de la betterave à sucre sont très variables suivant les années, et cette variation est surtout influencée par les circonstances météorologiques. C'est ainsi qu'en 1889 le rendement moyen par hectare pour toute la France a atteint le chiffre de 31.565 kilos, tandis qu'en 1891 il est tombé à 25.122. Le diagramme de la figure 19 donne d'ailleurs les rendements moyens en quintaux depuis 1881.

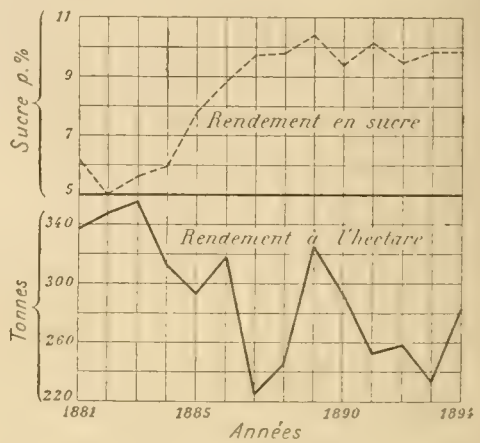


Fig. 19. — *Diagramme montrant la marche du rendement en poids et de la richesse saccharine de la betterave à sucre en France de 1881 à 1894.*

Mais le rendement varie non seulement dans le temps, mais encore dans l'espace pour une même année, ce qui tient non seulement à la nature des terres, mais encore aux espèces et au mode de culture. A ce sujet, il y a des différences marquées entre les divers départements betteraviers, et il convient de faire remarquer que ce ne sont pas, en général, ceux qui consacrent la plus grande étendue à la betterave, qui obtiennent les plus forts rendements ; c'est ainsi que, pour 1894 par exemple, le Pas-de-Calais, qui cultive 35.120 hectares, n'a obtenu qu'une production moyenne de 25.000 kil., tandis que la Meurthe-et-Moselle, avec 35 hectares, a récolté en moyenne 32.500 kil. ; l'Indre-et-Loire, avec une surface totale de 200 hectares, a récolté 36.000 kil. par hectare. Les cartes 20 et 24 montrent d'ailleurs ce fait que les rendements moyens en poids ne sont nullement en rapport avec l'étendue consacrée à la betterave.

En France, la betterave à sucre est cultivée dans quarante départements ; ceux de la région du Nord lui consacrent les plus grandes étendues ; mais, tandis qu'il y a vingt ans, ils étaient à peu près seuls à faire de la betterave, depuis la promulgation de la loi de 1884, quelques départements du Centre et du Midi ont également entrepris cette culture, notamment le Vaucluse, le Gard et les Bouches-du-Rhône. Pour l'ensemble de notre pays, l'étendue totale consacrée à cette culture a également varié dans une notable mesure depuis quelques années ; c'est ce que montre le diagramme 21, qui donne non seulement la superficie, mais encore la production totale. On peut voir que c'est en 1894

Fig. 20. — *Carte montrant la répartition et l'étendue de la culture de la betterave à sucre dans les divers départements français.*

- Départements ne cultivant pas de betterave à sucre.
- Départements cultivant moins de 200 hectares.
- Départements cultivant de 500 à 2.000 hectares.
- Départements cultivant de 2.000 à 5.000 hectares.
- Départements cultivant de 5.000 à 10.000 hectares
- Départements cultivant plus de 20.000 hectares.

que la plus grande surface plantée a été atteinte, soit 268.230 hectares, d'après la *Statistique agricole annuelle* publiée par le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* (fig. 21).

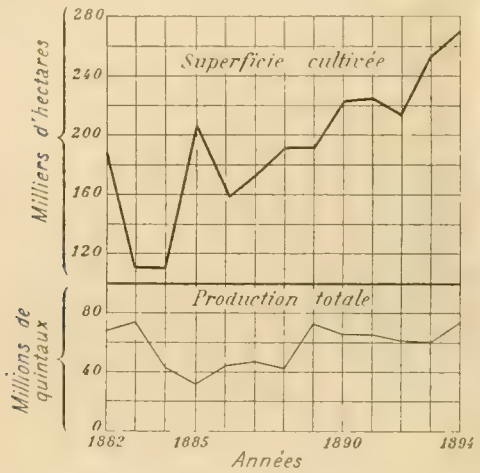


Fig. 21. — *Diagramme montrant les variations de la superficie cultivée et de la production totale de la betterave à sucre en France, de 1882 à 1894.*

Il est vrai qu'en 1895, par suite de la crise sucrière, l'étendue a été quelque peu réduite, surtout dans le Nord, étant donnés les prix offerts par les fabricants lors des compromis effectués à la fin de l'hiver. Cependant cette diminution n'a pas été aussi forte qu'on a bien voulu le dire, car, dans ces régions, il est très difficile aux cultivateurs de remplacer la betterave par autre chose; ils n'ont pas d'autre plante sarclée rémunératrice à y substituer et ils ne peuvent se résoudre à bouleverser leurs assolements de fond en comble.

Il n'en est pas moins vrai que la culture subit durement le contre-coup de la crise industrielle sucrière due à la surproduction : c'est ce que montrent les chiffres du tableau VIII qui indiquent

Tableau VIII. — Influence de la crise sucrière sur la production de la betterave.

	CAMPAGNES	
	1894-1895	1895-1896
Usines actives	359	336
Betteraves travaillées; tonnes	1.559.665	878.385
Rendement en sucre raffiné %	7.54	9.09
Densité moyenne	7.2	8.04
Quotient de rendement par degré	1.05	1.08

la situation de la culture betteravière au 15 octobre pour les campagnes de 1894 et de 1895 :

Si maintenant nous comparons la culture de la betterave sucrière française à celle des autres pays (fig. 22 et 23), nous voyons que, comparativement à la superficie totale, c'est la Belgique qui tient la tête, c'est la Russie qui cultive relativement le moins de betterave. En ce qui concerne la surface absolue,

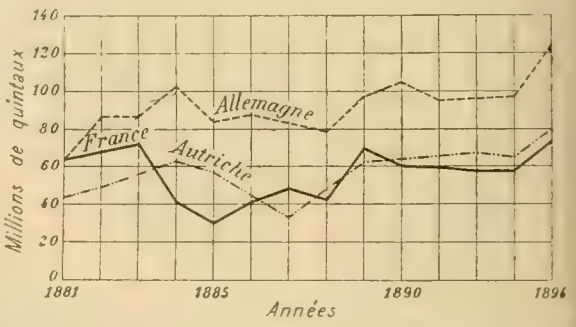


Fig. 22. — *Comparaison entre la production de la betterave à sucre en France, en Allemagne et en Autriche, de l'année 1881 à l'année 1894.*

c'est l'Allemagne qui occupe le premier rang; puis viennent l'Autriche-Hongrie et la Russie; la France vient en quatrième rang. Le tableau IX (page 650), d'ailleurs dressé d'après une note présentée par M. G. Dureau à la Société nationale d'Agriculture de France le 26 juin 1895, indique l'étendue cultivée en betteraves à sucre en Europe de 1884 à 1895; ce tableau montre, en outre, le développement pris par cette culture.

Le développement de la culture betteravière a donc pris, de 1884 à 1895, un essor considérable, dans tous les pays, sauf la Russie. Mais la baisse sans exemple, survenue il y a quelques mois, dans le prix du sucre brut sur tous les marchés de l'Univers, a ralenti cet essor.

« En somme, dit M. Dureau, de 1884 à 1895, la cul-

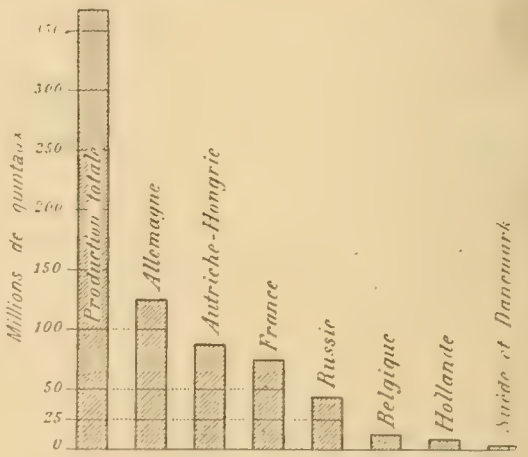


Fig. 23. — *Production de la betterave à sucre en 1894 dans les différents pays.*

ture de la betterave à sucre a progressé d'une façon générale et dans la proportion de 36 % pour l'ensemble des principaux pays producteurs. Puis, après la crise de 1894-95, elle a rétrogradé dans la proportion de 13 % par rapport à la campagne écoulée. »

Fig. 24. — *Carte montrant le rendement de la betterave à sucre dans les départements français.*

Départements ne cultivant pas de betterave à sucre.

Départements où le rendement moyen oscille entre 100 et 200 quintaux par hectare.

Départements où le rendement moyen oscille entre 200 et 250 quintaux par hectare.

Départements où le rendement moyen oscille entre 250 et 300 quintaux par hectare.

Départements où le rendement est supérieur à 300 quintaux par hectare.

C'est la culture allemande qui est la plus prospère, c'est elle qui peut servir de modèle, puisque depuis longtemps on y cultive, non pas pour le poids, mais bien pour la richesse. Chez nos voisins, cette culture est d'ailleurs en voie de progrès notable.

Tableau IX. — Étendue consacrée à la betterave à sucre en Europe, de 1884 à 1895.

CAMPAGNES	ALLEMAGNE	AUTRICHE-HONGRIE	RUSSIE	FRANCE	BELGIQUE	HOLLANDE	AUTRES PAYS	TOTAL
	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares	hectares
1884-1885.....	316.200	261.000	318.700	148.800	32.000	21.400	11.000	1.098.100
1885-1886.....	234.100	138.000	327.400	112.800	20.000	16.000	»	848.300
1886-1887.....	276.900	205.000	296.000	155.800	35.000	18.200	»	986.900
1887-1888.....	263.800	168.000	252.400	161.300	35.000	19.100	»	899.600
1888-1889	280.400	216.200	268.500	172.200	40.000	20.000	»	997.300
1889-1890.....	299.000	272.700	258.500	206.200	50.000	25.000	»	1.111.400
1890-1891....	329.000	293.600	294.500	221.600	52.400	29.000	»	1.225.100
1891-1892.....	336.000	327.900	298.500	222.900	53.800	21.400	»	1.260.500
1892-1893.....	352.000	331.000	279.000	217.600	49.100	23.700	»	1.252.400
1893-1894.....	386.000	350.000	300.147	220.000	57.700	27.000	36.000	1.340.347
1894-1895.....	441.427	376.160	336.363	236.070	71.235	33.917	45.000	1.495.172
1895-1896	370.884	289.430	346.500	199.244	56.244	32.843	»	1.296.145

Tableau X. — Importance comparée de la culture de la betterave en Belgique, en France et en Allemagne.

	BELGIQUE	FRANCE	ALLEMAGNE
Surface p. 100 du territoire total.	1.94	0.47	0.74
Nombre de fabriques en activité.	111	370	404
Proportion par rapport à la population.....	59.450	103.360	123.830
Rendement en betteraves par hectare (kgr.).....	35.450	20.710	26.400
Rendement en sucre brut par hectare (kgr.).....	3.760	2.665	3.455
Sucre brut p. 100 de betteraves..	10.591	10.53	12.99

Ni l'Angleterre, ni l'Italie, ni le Portugal, ni la Suisse, ni la Turquie ne cultivent la betterave à sucre. L'Espagne a, depuis quelques années, entrepris cette culture aux environs de Grenade. L'Australie tente aussi dans ce sens d'importants essais.

Cependant, nous le répétons, c'est en Belgique que la culture de la betterave à sucre a le plus d'importance par rapport à la surface du territoire et à la population; le nombre de fabriques en activité y est relativement considérable, et la production de sucre brut par hectare y est plus forte encore qu'en Allemagne. Les chiffres du tableau X, empruntés à M. J. Troude, montrent la situation comparée de la Belgique, de la France et de l'Allemagne ; ils sont relatifs à la campagne de 1893-94.

La crise sucrière fait également subir ses effets chez les autres puissances, car la surproduction est générale.

Nous donnons ci-après, d'après les chiffres fournis par M. G. Dureau et sous forme de carrés (fig. 25), la surface consacrée à la betterave à sucre pour les quatre principaux pays producteurs, comparativement à la surface totale; ces données s'appliquent à l'année 1895.

« En définitive, conclut M. Dureau, il ne semble pas que la baisse des sucres ait modifié d'une façon appréciable la situation respective des principaux pays producteurs de sucre de betteraves, quant à l'étendue consacrée à la plante. L'Allemagne et l'Autriche-Hongrie occupent, comme par le passé, le premier rang, et on ne voit pas dès lors les raisons qui pourraient déterminer les gouvernements de ces pays à relever, ainsi que le réclament les industriels, le taux des permis d'exportation octroyés jusqu'ici. Il n'y a non plus, cela est de toute évidence, aucune raison de modifier la législation de 1884, qui a permis à la sucrerie française de résister à la concurrence austro-allemande. »

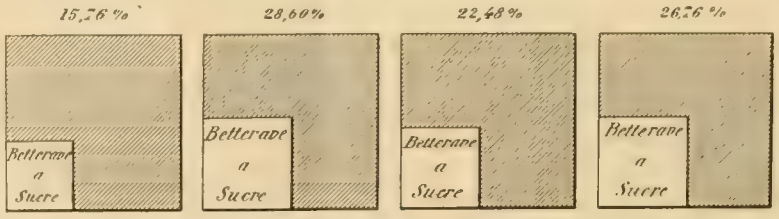


Fig. 25. — Diagramme montrant la surface consacrée à la culture de la betterave à sucre comparativement à la superficie totale dans chacun des quatre grands pays producteurs.

Dans un prochain article, nous terminerons cette étude en traitant de la betterave de distillerie, de la betterave fourragère et de l'emploi des diverses variétés betteravières à l'alimentation des animaux de ferme.

Alb. Larbalétrier et L. Malpeaux,
Professeurs à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais.

910.9

REVUE ANNUELLE DE GÉOGRAPHIE ET D'EXPLORATION

Il se publie tous les ans un nombre considérable d'études relatives à la Géographie, à l'Exploration et à la Colonisation.

Les citer toutes serait condamner le lecteur à suivre une nomenclature insipide de noms propres. Aussi bien les personnes désireuses d'épuiser la bibliographie d'une question trouveront tous les renseignements dans les index que publient en supplément les rédacteurs des *Annales de géographie* à Paris et ceux des *Petermanns Mitteilungen* à Gotha. Mais ici un choix s'impose. Fidèles à la méthode précédemment adoptée, nous avons traité quatre questions, qui nous ont paru propres à donner un aperçu de la variété des travaux accomplis dans le domaine de la Géographie et de l'Exploration.

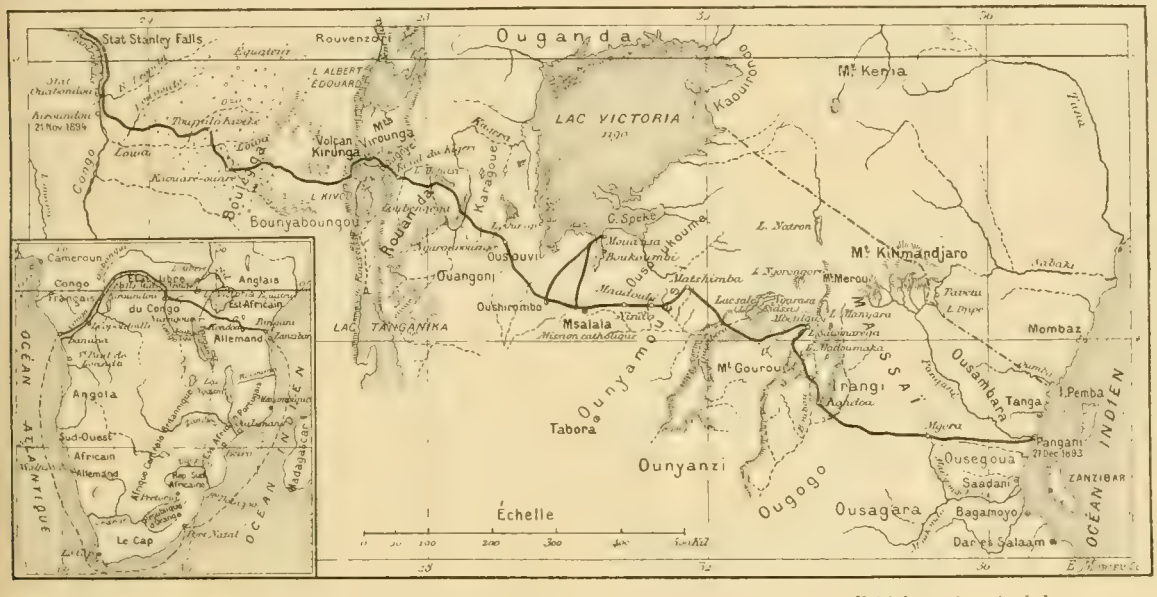


Fig. 1. — *Itinéraire du comte von Gœtzen et du docteur Prettwitz à travers l'Afrique équatoriale.*

I. — Le voyage du comte von Gœtzen a travers l'Afrique équatoriale.

Le comte von Gœtzen et le docteur Prettwitz ont traversé l'Afrique, depuis l'océan Indien jusqu'à l'Atlantique (fig. 1). La première de ces grandes expéditions transcontinentales fut celle de Livingstone, qui, parti de Saint-Paul de Loanda le 20 septembre 1854, arrriva à Quilimane, à l'embouchure du Zambèze, le 12 mai 1856.

Celle du comte von Gœtzen est la treizième. Il a publié récemment une narration complète de son voyage, qui permet d'en exposer les principaux résultats [1].

Il quitta Pangani en octobre 1893, à la tête d'une caravane forte de 620 personnes. Il s'engagea sur le plateau des Massaï, puis coupa la route que suivent les caravanes de Tabora au lac Victoria. Ensuite il atteignit la vallée de la Kagera, le tributaire le plus important du lac Victoria, et qui, par conséquent, représente le Nil sous sa forme primitive.

Jusque-là, le voyageur avait, sinon suivi des sentiers battus, au moins traversé un pays déjà amplement reconnu. Le pays des Massaï a été exploré, en 1883, par le voyageur intrépide, prématurément enlevé à la science l'année dernière, qu'était Joseph Thomson. Plus récemment, en 1892, l'Autrichien Oscar Baumann l'avait parcouru. Toutefois l'aisance, l'absence de difficultés, qui ont caractérisé le passage du comte von Gœtzen, ont démontré de nouveau que les pasteurs Massaï n'étaient pas ces pillards redoutables, que, sur le témoignage erroné de Stanley, on s'était longtemps figuré.

En quittant les rivages de la Kagéra, von Gœtzen pénétrait dans l'inconnu. Désormais il marche de découvertes en découvertes.

Il entre dans le Rouanda. Cette région était entourée d'un certain mystère. Les Arabes qui sillonnent l'Afrique orientale, à la recherche de l'ivoire et des

[1] *Durch Afrika von Ost nach West. — Resultate und Begebenheiten einer Reise von der Deutsch ostafrikanischen Kueste bis zur Kongomuendung in den Jahren* 1893-94, *von* C. A. Graf von Gœtzen, lieutenant in kgl. Preuss. 2 Garde-Ulanenregiment. Berlin. D. Reimer. 1895.

esclaves, redoutaient de s'y aventurer. C'était parmi eux comme un dicton qu'on y entre plus aisément qu'on n'en sort. Des explorateurs européens, Stanley, Stuhlmann, Baumann en avaient longé les confins au nord et à l'est, mais en réalité on n'en savait rien de plus que le nom même.

Le comte von Gœtzen l'a traversée de l'est à l'ouest. Il a rapporté de ce pays de hauts plateaux. (1800 à 2000 mètres d'altitude), de ce « Pamir de l'Afrique centrale », une excellente impression : « On peut le compter parmi les régions les plus belles et les plus fertiles de l'Afrique... Nous avons là un pays d'une valeur inappréciable, qui deviendra pour nous Allemands une précieuse possession, grâce à sa fertilité, à la fraîcheur de son climat, à la densité de sa population ». Le nord paraît surtout pays de culture; le sud pays d'élevage. Il y a six ans environ, une de ces terribles épizooties telles qu'il s'en propage parfois en Afrique a ravagé les troupeaux. Ils se reconstituent peu à peu et l'on voit réapparaître ces grands bœufs efflanqués, aux cornes immenses.

Les hommes de la race dominante sont d'une taille extraordinaire. Le chef Luabugiri et ses proches parents sont certainement parmi les hommes les plus grands qui vivent sous le soleil. Amenés en Europe, ils susciteraient un profond étonnement.

Ce pays réservait d'autres surprises au comte von Gœtzen. A l'extrémité occidentale du Rouanda, il découvrit six volcans, dont l'un, le Kirunga, est encore en activité.

On soupçonnait leur existence. Dès 1861, Speke et Grant, en marche vers l'Ouganda, avaient aperçu « ces cimes coniques qui étincelaient sous les feux du soleil couchant. » Plus récemment, en 1892, Stuhlmann avait recueilli des témoignages très précis de la part des indigènes. Mais, en somme, on en était resté à des suppositions. Elles viennent d'être changées en certitude.

Le comte von Gœtzen cheminait vers le nord, quand il aperçut six montagnes rangées de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest. De la plus occidentale, le Kirunga, s'élevait une colonne de fumée. La nuit, le soldat qui montait la faction devant la tente du voyageur, le réveilla en criant : « Maître, le ciel est en feu. » Aucun doute n'était possible. On se trouvait bien en présence d'un volcan en activité.

Von Gœtzen parvint au sommet du Kirunga, mais non sans difficulté, car la vie végétale se développe sur les flancs de la montagne avec l'exubérance propre aux régions tropicales.

Le cratère a environ 1 kilomètre et demi de diamètre et 30 mètres de profondeur. Ses parois sont inclinées d'environ 50 degrés. D'un puits qui peut avoir un diamètre de 100 à 150 mètres, sort, avec un grondement semblable à celui du tonnerre, une fumée rougeâtre. « Je crois, dit l'explorateur, que nous nous trouvons en présence d'un lac de lave. A en juger par le feu qui s'échappe du cratère, il semble qu'il doit exister un second centre d'éruption du côté de l'ouest. Je n'ai pu m'en assurer, ayant été arrêté dans ma marche par l'épaisseur de la forêt. »

L'altitude de ce volcan serait, d'après les calculs, de 3470 mètres au-dessus du niveau de la mer.

A cette première découverte, qui aurait suffi à illustrer le voyage du comte von Gœtzen, en succéda une autre non moins curieuse, celle d'un nouveau grand lac africain : le lac Kivou. Sa direction générale est nord-sud. L'étendue doit en être considérable. Pendant qu'il le traversait perpendiculairement à l'axe, l'explorateur voyait l'immense nappe disparaître au loin dans les nuages. Mais n'ayant pas reconnu l'extrémité méridionale, il lui est impossible d'en donner les dimensions exactes.

Peut-être le Kivou sert-il de réservoir au Tanganika. Il jouerait à son égard un rôle analogue à celui de l'Albert-Edouard par rapport à l'Albert. Au dire des indigènes, une rivière sortirait de son extrémité méridionale. Or on connaît un cours d'eau nommé Roussissi qui pénètre dans l'extrémité septentrionale du Tanganika. Si ce Roussissi était l'affluent du lac Kivou, il serait analogue au Semliki, qui porte, comme l'on sait, les eaux du lac Albert-Edouard dans l'Albert.

Après sa traversée du lac Kivou, le comte von Gœtzen se dirigea droit vers l'ouest pour atteindre le Congo. Nous ne savions absolument rien de la contrée, longue de 700 kilomètres, qui s'étend entre l'Arouhimi au nord et la Loukouga au sud. Ici même nous avons exposé, naguère, comment Emin Pacha, parti des rivages du lac Albert pour gagner ceux du Congo, avait malheureusement péri avant de mener à bien son aventureuse tentative [1].

La reconnaissance de cette partie de l'Afrique était donc l'un des desiderata des géographes. Le comte von Gœtzen vient de le satisfaire partiellement. Il a découvert un nouvel affluent de droite du Congo, la Lowa, longue rivière qui descend vers l'ouest par une succession de rapides.

Mais nous attendions surtout avec impatience son impression sur la « grande forêt équatoriale ». Puisque Stanley lui avait libéralement accordé une superficie de 825.000 kilomètres carrés, bien que l'ayant vue seulement sur les bords de l'Arouhimi, von Gœtzen devait forcément la traverser. Eh bien! il faut en prendre notre parti, la végétation des

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 385.

bords de la Lowa ne rappelle en rien les descriptions fantastiques de Stanley. Le pays est boisé, certainement, mais jamais le feuillage n'est assez épais pour qu'il fasse nuit noire dans le sous-bois; les clairières sont fréquentes et étendues. Bref, cette partie de l'Afrique n'est pas couverte de cette sylve impénétrable qu'on nous avait décrite, et von Gœtzen ne pouvait pas se vanter de sortir des « ténèbres de l'Afrique », quand il atteignit les postes belges du haut Congo.

II. — La colonisation italienne dans l'Érythrée, d'après le Dr Schweinfurth.

Le Dr Schweinfurth est un explorateur infatigable, son ardeur semble défier les atteintes de l'âge. Voici tantôt vingt-sept ans qu'il accomplissait dans l'Afrique équatoriale ce voyage, qui spontanément illustrait son nom.

Il découvrait alors cette Ouellé, qui forme, nous le savons maintenant, le cours supérieur de l'Oubangui, le grand affluent de droite du Congo, mais sur les destinées de laquelle, vingt ans durant, les géographes devaient épiloguer. Le premier aussi, il révélait l'existence de ces singulières galeries de bois, de ces rubans de forêt vierge qui accompagnent les cours d'eau et dessinent sur le sol un immense échiquier irrégulier, dont les cases sont couvertes de grandes herbes.

A beaucoup d'autres, cette gloire aurait suffi; mais pour lui, c'était le premier pas de sa course. Il voyage en Arabie. Puis il séjourne dans cette île de Socotora, située à l'issue du golfe d'Aden, et encore si peu connue, bien que sur la grande route de l'Inde. Présentement, c'est surtout l'Abyssinie qui l'attire.

La manière de vivre du Dr Schweinfurth trahit ses habitudes d'instabilité. Entre ses voyages, il habite au Caire une petite maison retirée dans le quartier lointain de Kasrel-Ain, dans le voisinage des beaux jardins d'Ibrahim Pacha, aux portes desquels veillent des cawas immobiles et silencieux. Une extrême simplicité règne à l'intérieur de la maison : peu de meubles, mais beaucoup de cartes, des échantillons de roche, des plantes séchées : on a l'impression d'être sous la tente d'un explorateur nomade, non dans l'installation confortable d'un sédentaire.

C'est dans la colonie italienne de l'Erythrée (fig. 2) qu'il a fait son dernier voyage.

Fig. 2. — *Carte de la colonie italienne de l'Erythrée.*

De Massaoua, sur la mer Rouge, il a gravi les pentes du massif éthiopien, et est arrivé à Keren. Ensuite il a traversé le Dembelas et a gagné Godofelassi. Il est revenu à Massaoua par Halai et la vallée de l'Haddas.

Son voyage a duré du 29 janvier au 23 mai 1894. Il a eu l'occasion de faire d'intéressantes observations géographiques, notamment dans le Dembelas, cette région située entre les rivières Barca et Mareb, et que nous connaissions encore très mal.

Toutefois le grand intérêt du mémoire [1] du Dr Schweinfurth réside moins dans des remarques de ce genre que dans ses opinions aussi originales qu'inattendues sur l'œuvre des Italiens en Erythrée.

Rarement entreprise coloniale a été aussi sévèrement jugée par l'opinion publique européenne.

On tient généralement aux Italiens ce langage : « Vos finances sont dans un état si précaire, qu'il se révèle au moins observateur des touristes par quantité de signes extérieurs : absence de l'or, rareté de l'argent, abus de la monnaie de billon et de papier. Cependant, en Italie même, d'importants travaux s'imposent. La Sicile attend toujours qu'on secoure sa détresse. L'*agro romano* inculte continue à être un foyer de peste pour la Ville éternelle. Pourquoi dissiper en d'aventureuses entreprises extérieures vos maigres ressources, alors qu'il pourrait en être fait chez vous-mêmes un si judicieux emploi ? »

On ajoutait aussi : « Si les ambitions coloniales vous tourmentaient, s'il vous en coûtait d'entendre le hallali de l'Afrique barbare que sonnent les fanfares de toutes les puissances européennes, sans happer quelque morceau dans la curée, pourquoi vous établir à Massaoua, précisément l'un des points les plus chauds de ces rivages torrides de la mer Rouge ? Pourquoi surtout tenter l'escalade de ce plateau abyssin, dont les rampes d'accès sont gardées par des défenseurs non moins aguerris que nombreux ? »

Or, le Dr Schweinfurth ne partage pas ces opinions fâcheuses. Il est revenu de son voyage en Erythrée fort satisfait de l'œuvre déjà accomplie, et confiant dans l'avenir.

Ces sentiments optimistes perçaient dans les conversations que cet hiver même, nous eûmes l'honneur d'avoir au Caire avec le célèbre explorateur. Ils se dégagent encore plus nettement de la lecture de son mémoire.

Massaoua est une véritable ville. On y a déjà fait d'importants travaux. Un quai a été construit. Des beaux bâtiments coloniaux, que Schweinfurth qualifie même de palais (Regierungspalæste), ont été élevés. Un aqueduc amène l'eau potable de la montagne.

Une voie ferrée « en très bon état », longue de 27 kilomètres, conduit de Massaoua à Saati.

Le réseau routier est développé. Sont déjà percées : 1° la route de Ginda à Asmara, qui franchit un col à une altitude de 1.500 mètres ;

2° La route d'Asmara à Kéren par Az Teclesan, d'une longueur de 20 kilomètres.

3° La route de Keren à la vallée du Borkou, permettant de surveiller les voies d'accès du Soudan ;

4° Enfin, la grande route de Saati à Kéren, qui traverse la colonie de part en part.

Cette tendance des Italiens à ouvrir des voies de communication est remarquable. Ils imitent leurs grands ancêtres, les Romains, qui traçaient des chemins d'abord qu'ils s'emparaient d'un pays, et qui ont couvert le monde méditerranéen de ce réseau routier dont les vestiges apparaissent de toutes parts sous les coups de pioche de nos archéologues.

La sécurité est complète. Schweinfurth et ses compagnons ont traversé le pays de Dembelas sans escorte militaire, et armés seulement de leurs fusils de chasse. Il y a quelques années, c'eût été commettre une grave imprudence. Les brigands et les Mahdistes faisaient de constantes incursions dans ces districts occidentaux de la colonie. On y vivait toujours sur le pied de guerre. Les villages étaient accrochés très haut, sur le flanc des montagnes, comme dans notre Kabylie, et on y accédait seulement par des sentiers à se rompre le cou.

Dans une région opposée, sur les pentes orientales du plateau, les pillards Assaorta tenaient constamment le pays en alarme, étendant leurs rapines jusqu'aux portes mêmes de Massaoua. On les a mis à la raison et ils servent maintenant dans l'armée italienne en qualité d'auxiliaires.

Un tel état de sécurité est si apprécié des populations qu'elles ne font point difficulté de payer des impôts pour le conserver. Le chef du village d'Adi Tchondoq, dans le Dembelas, montra avec fierté à Schweinfurth la quittance des impositions de son village, se montant à quarante-trois francs. Il considérait cette feuille de papier comme un talisman contre les attaques des brigands.

Des tribunaux ont été établis à Asmara et à Keren. Ils sont présidés par le commandant militaire de la province, assisté de notables indigènes. Ils jugent d'après la coutume du pays, et, bien loin de fuir leur juridiction, les populations la requièrent.

Cette bonne renommée du gouvernement italien s'est étendue au loin. Elle a contribué à la grave résolution prise par les tribus nomades des envi-

[1] G. Schweinfurth : Ueber seine letzte Reise mit Dr Max Schœller in der Italienischen Erythræa. *Verhandlungen der Gesellschaft fur Erdkunde zu Berlin*, 1894, p. 379-430.

rons de Kassala, Hadendoa, Hallenqa, Beni-Amer; jusqu'alors attachées aux Mahdistes, elles ont déserté les drapeaux du calife Abdullah pour se ranger sous ceux du roi Humbert.

Le Dr Schweinfurth estime que l'Érythrée ne sera pas pour les finances italiennes une cause permanente de déficit. Quand la paix sera solidement établie avec le négus d'Abyssinie, les impôts levés sur les populations nomades et sédentaires, les produits des douanes perçus sur les caravanes petites, mais nombreuses, qui arrivent à Massaoua, seront capables de couvrir les frais d'administration.

L'Érythrée ne sera jamais une colonie de grand peuplement. Les surfaces cultivables ne sont pas considérables, et les indigènes ne sont pas d'un caractère à se laisser aisément exproprier. Toutefois des Italiens en nombre restreint, répartis en petites colonies, ici et là, vivront et prospéreront, car l'air salubre des hauteurs africaines développe l'énergie des Européens. En dehors du prestige moral que la possession de l'Érythrée vaudra à l'Italie, ce ne sera donc pas une mauvaise affaire économique.

Il serait aisé de combattre plus d'une de ces conclusions optimistes. D'ailleurs remarquons que ce mémoire est bien antérieur au désastre subi par les Italiens à Adoua, le 1er mars 1896. Vraisemblablement le Dr Schweinfurth aurait lui-même mis une sourdine à son éloge s'il l'avait composé depuis que les fils des vaincus de Custozza et de Lissa ont, eux aussi, goûté l'amertume de la défaite.

III. — La navigation du Mékong.

Le Mékong, comme l'on sait, longe l'Indo-Chine française depuis la frontière du Yunnan jusqu'à Saïgon (fig. 3). Malheureusement, la valeur économique de ce fleuve, si développé, est fort diminuée par les obstacles naturels dont son cours est parsemé.

Fig. 3. — *Carte du bassin du fleuve Mékong.*

Nos officiers de marine se sont donné la belle tâche de reconnaître avec précision ces obstacles, d'en atténuer, autant que possible, les inconvénients, bref, de faire du Mékong, en dépit des circonstances naturelles, une voie de communication entre la Cochinchine et le Tonkin. Leur persévérance a été particulièrement récompensée en 1895 [1].

Rappelons d'abord brièvement les traits caractéristiques du régime du Mékong. Depuis sa sortie du Yunnan jusqu'à Vien Tiane, il rencontre une série de chaînes calcaires. Il se fraye un passage de son mieux, décrivant des coudes brusques, traversant chutes et rapides.

A cette première section, très tourmentée, en

[1] Le *Bulletin de la Société de Géographie Commerciale* de 1895 contient beaucoup de documents sur cette question, et en particulier des lettres intéressantes, bien qu'un peu trop concises, du lieutenant de vaisseau Simon.

succède une autre, où le fleuve est beaucoup plus calme. Elle s'étend jusqu'à Kemarat. Puis nouvelle zone d'obstacles, dont les plus sérieux sont ceux qui la limitent au nord et au sud, c'est-à-dire les rapides de Kemarat et les chutes de Khôn. La dernière section, de Khôn à l'Océan, est plus accessible ; néanmoins la navigation est encore entravée par les rapides de Préabatang, et par des réseaux d'arbres noyés enlacés de lianes.

Comme il était logique, c'est par la reconnaissance de la partie basse du fleuve, c'est-à-dire de cette quatrième section, que les marins ont débuté.

Les travaux de MM. Réveillère, Fezigny, Heurtel, accomplis de 1885 à 1889, permirent de dresser une carte des rapides et des passes praticables. En 1889, le *Cantonnais*, paquebot de la Compagnie des Messageries fluviales de Cochinchine, mouillait en aval des chutes de Khôn.

On s'attaqua ensuite à cet obstacle qui était considéré depuis longtemps comme le plus impraticable. On tenta d'abord de le forcer. En 1890, M. Guissey fit franchir à la chaloupe *l'Argus* deux premiers sauts de rochers, puis l'amarra, espérant profiter de la crue du fleuve pour la porter plus en avant. Mais cet espoir ne se réalisa pas. Il était évident que la faible largeur de la passe, l'insuffisante profondeur du fleuve au milieu des rochers et la rapidité du courant rendaient le passage impossible pour n'importe quel bateau [1].

On se décida donc à tourner cet obstacle, qu'on ne pouvait pas franchir. En 1893-94, une voie ferrée de 5 kil. fut construite à travers l'île de Khôn. On transporta ensuite deux canonnières le *Massie* et le *la Grandière* au delà des chutes. Remises à flot, elles parvinrent jusqu'à Kemarat. Là, de nouvelles difficultés surgissaient. A force d'énergie et de constance, les lieutenants de vaisseau Le Vay et Simon réussirent à faire franchir à leurs bâtiments les vingt-neuf rapides de Kemarat; cette traversée fut si pénible qu'un collaborateur du lieutenant Simon écrivait qu'aucun intérêt personnel ne le ferait consentir à revivre les six jours qu'elle avait duré.

Voici donc nos deux canonnières dans le grand bief navigable du Mékong. Elles avancèrent sans aucune difficulté à 600 kilomètres en amont, jusqu'à Vien Tiane. L'apparition de deux bâtiments à vapeur dans la partie laotienne du Mékong, où l'on n'avait jamais vu que des pirogues, était déjà un fait extraordinaire. Et cependant on n'était pas encore au terme des étonnements. Le lieutenant Simon conduisit le *la Grandière* jusqu'à Louang-Prabang, et plus loin encore jusqu'à Xieng Sen (septembre-octobre 1895). Il était parvenu à 2500 kilomètres de la mer, au point terminus de la navigation possible. A Xieng Sen, le Mékong n'est plus un fleuve; son lit, si rétréci déjà à partir de Louang-Prabang, est devenu celui d'un torrent, qui tombe en cascade sur un parcours de 8 à 10 kilomètres.

Ces voyages seront féconds en conséquences.

Par les explorations de Doudart de Lagrée et de Francis Garnier, d'Harmand et de Neïs, nous avions déjà des notions générales sur le Mékong. Désormais nous le connaîtrons avec précision et en détail.

Aussi bien n'est-ce là qu'un épisode de l'un des événements importants de notre époque : l'extension prodigieuse des connaissances géographiques. Dès maintenant apparaît avec clarté cette conséquence de la politique d'expansion coloniale, dans laquelle les nations européennes se sont jetées avec tant de fougue. Aurait-on exploré avec tant de zèle les récifs des chutes de Khôn, et les détours des rapides de Kemarat, si la France n'était pas décidée à jouer un grand rôle en extrême Orient?

En second lieu, notre prestige auprès des populations indigènes a été fort rehaussé. « L'enthousiasme des populations devant ce résultat est fort grand et n'a d'égal que le dépit des Siamois », écrit le lieutenant Simon.

Les Laotiens de la rive gauche reconnaissent que les Français, que les Siamois leur avaient représentés comme des « monstres » et « des brutes barbares », sont tout de même supérieurs à ces mêmes Siamois.

La présence d'un navire français dans les eaux du haut Mékong n'a pas non plus été sans effet sur le règlement des contestations qui avaient surgi relativement au haut Laos entre la France et l'Angleterre.

En mars 1895, préjugeant l'issue des négociations, un officier anglais s'était installé avec des troupes, sur la rive gauche du fleuve à Muong Sing.

A la suite de l'arrivée du *la Grandière* à Xieng Sen, la convention du 15 janvier 1896 a été signée, et la rive gauche du fleuve a été abandonnée à la France.

Enfin, il est permis d'attendre quelques résultats économiques de ces explorations.

Actuellement le trafic se dirige péniblement par terre sur Bangkok. Peut être, dans l'avenir, suivra-t-il cette nouvelle voie fluviale, bien plus aisée, malgré les transbordements nécessaires et atteindra-t-il Saïgon.

IV. — L'ile Formose.

La seule conquête territoriale qu'aient value aux Japonais leurs foudroyantes victoires sur les Chinois est celle de l'île Formose. Au moment où ce

[1] Cf. Guillot : La France au Laos. *Annales de Géographie*, II, 106.

peuple ardent porte de ce côté son activité, les travaux relatifs à la géographie de ce pays, et ceux qui établissent, pour ainsi dire, le bilan de la colonisation chinoise arrivent fort à propos.

Nous avons déjà une étude un peu touffue, mais très documentée de M. Imbault-Huart, consul de France à Canton [1]. Plus récemment M. Kirchoff a composé sur le même sujet une intéressante monographie [2]. Enfin, dans un excellent article sur « les Résultats de la guerre entre la Chine et le Japon », M. E. Chavannes, professeur au Collège de France, a traité incidemment de la même question [3].

La superficie de Formose est de 35.000 kilomètres carrés. Si l'on veut un point de comparaison, elle n'atteint pas tout à fait la moitié de l'Irlande.

Le Nord et l'Est de l'île, ainsi que la presqu'île qui la terminent au sud sont montagneux (fig. 4). L'Ouest est ridé par des collines qui s'effacent dans le voisinage de la côte. La plus haute montagne de l'île, le Juschan, le mont Morrison des Anglais, est couverte de neige en été et atteint peut-être 4.000 mètres.

Les caractères de la côte sont déterminés par cette orographie. A l'ouest, la côte est plate, souvent mal déterminée, modifiée par les apports des rivières. A l'est, les rivages sont accotés, pittoresques même, quand on les voit de la haute mer. Au XVIe siècle ils valurent à l'île entière, de la part des Portugais cinglant au large, le surnom de *Formosa la Belle*.

Quoique peu multipliées, les observations pluviométriques permettent d'avancer que l'île est abondamment arrosée. A Kilung, la hauteur annuelle de pluie atteint 3,05 mètres ; à Tamsui 1,92 mèt. Ces pluies sont réparties inégalement sur les diverses époques de l'année, comme il arrive dans les pays de mousson. A Kilung, on observe quatre saisons : première saison humide (janvier à mai), première saison sèche (juin juillet) seconde saison humide (août-octobre) troisième saison sèche (novembre-décembre).

Aussi les fleuves, dont le Tam-Sui est le principal, ont-ils nécessairement un régime très variable. Aux saisons pluvieuses, ils roulent des quantités d'eau et d'alluvions ; aux saisons sèches, ils s'appauvrissent au point qu'on utilise leurs lits comme chemins.

A Kilung, la moyenne annuelle de la température est de 21° 4 C. Quoique à la limite, Formose est donc encore située dans la zone tropicale.

Humidité et chaleur développent une végétation très intense. Des forêts vierges, où croissent des bambous, des palmiers, des fougères arborescentes occupent le milieu de l'île.

Le riz, dont on obtient deux récoltes par an, et

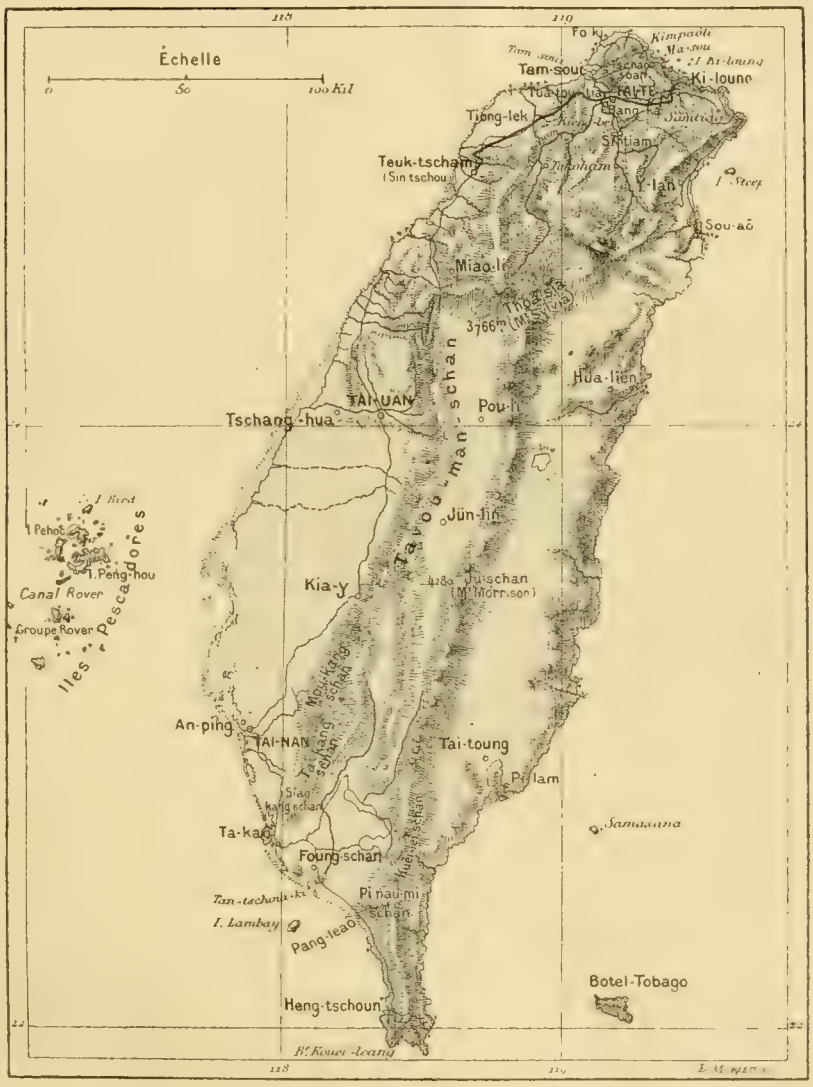


Fig. 1. — *Carte de l'Ile Formose, cédée par la Chine au Japon.*

[1] *L'île Formose*, un vol. in 4°, Paris, Leroux, 1893.

[2] Die Insel Formosa. *Petermanns Mitteilungen* 1895. p. 25-38.

[3] *Annales de Géographie*. V. p. 216-233.

les patates forment la principale nourriture des habitants. On exporte du suc de cannes, du thé, de l'huile provenant de sésame et d'arachides.

Parmi les produits minéraux, le soufre et le charbon tiennent le premier rang. Les sables de certains cours d'eau sont aurifères.

En 1890, des travaux exécutés dans le lit d'un affluent du Kilung prouvèrent l'existence de certains sables, particulièrement riches. Il y eut un grand mouvement d'émigration vers cet Eldorado, auquel prirent surtout part les Chinois déjà experts par les lavages d'or qu'ils avaient pratiqués dans les creeks d'Australie et de Californie.

Les indigènes de Formose, d'origine malaise, conservèrent leur indépendance jusqu'au dix-septième siècle. En 1624, la Compagnie Hollandaise des Indes Orientales, dont les navigateurs avaient reconnu l'île dans leurs fréquents voyages de Batavia au Japon, s'établit sur la côte sud-ouest et bâtit le fort de Zélandia. Les Hollandais s'établirent ensuite au Nord, à Kilung et à Tam-Sui. Ils vécurent en bons termes avec les indigènes et même en convertirent des milliers au christianisme. Ils ne s'immiscaient pas dans la vie intérieure des tribus, se contentant de remettre aux chefs, en signe d'investiture, un bâton marqué aux armes de la Compagnie.

Mais, pratiquant la colonisation à bon compte, entretenant des effectifs de troupes très réduits, les Hollandais furent incapables de résister aux attaques du célèbre chef de pirates Kochinga et furent expulsés en 1662.

Les descendants de celui-ci restèrent les maîtres de Formose jusqu'en 1683, époque où les Mandchous s'en emparèrent, et en formèrent une province chinoise.

A dire vrai, le lien politique qui unit Formose à la Chine ne fut jamais très tendu. Les fonctionnaires s'y considéraient comme en exil, se hâtaient d'y faire fortune et de partir. Le gouvernement central ne se souciait guère de l'île des Barbares orientaux. En 1873, par exemple, l'équipage d'un navire japonais naufragé ayant été massacré par les indigènes, le gouvernement de Péking commença par décliner toute responsabilité de cet attentat commis par « des sauvages indépendants ». Le Mikado entreprenait déjà de se faire justice à lui-même, et la conquête de Formose par les Japonais aurait été hâtée de vingt ans, si, dans un accès de clairvoyance, la cour de Péking ne s'était résignée à payer une forte indemnité.

Au contraire, sous le rapport ethnographique et social, Formose subit beaucoup plus profondément l'empreinte de la Chine. Il y a eu un courant constant d'émigration de l'ouest à l'est.

Bien des gens sans aveu, auxquels la justice chinoise avait l'audace de chercher querelle pour quelques méfaits, se réfugiaient à Formose. Mais il vint aussi un grand nombre de colons plus recommandables, surtout originaires de la province de Fo-Kien. Il est naturellement difficile, en l'absence de toute statistique de déterminer le nombre des Chinois de Formose. M. Kirchoff estime qu'ils représentent les deux tiers de la population totale.

De l'union des colons chinois et des malaises, s'est formée une race métisse, dont les représentants se rencontrent surtout au nord de l'île.

Une certaine catégorie d'indigènes, les Pepohuan, ont subi différemment l'influence chinoise. Ils ont conservé l'intégrité de leur race. Mais ils ont pris les coutumes des Chinois, se logent, s'habillent comme eux et en parlent la langue, concurremment avec leur propre idiome. Toutefois, il subsiste encore beaucoup de tribus indigènes, qui se sont absolument tenues à l'écart des étrangers. Elles continuent à mener une vie errante à travers les forêts du centre de l'île et à vivre surtout des produits de leur chasse.

Désormais, le sort de l'île Formose est entre les mains des Japonais. Ce peuple a poussé aussi loin que possible l'imitation de l'Europe. Il en a adopté les coutumes, le régime politique, l'armement. Il a maintenant, lui aussi, « ses questions coloniales » à résoudre.

Henri Dehérain.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Autonne (Léon), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Sur la représentation des courbes gauches algébriques.** — 1 *vol. in-8° de 37 pages. (Extrait des Annales de l'Université de Lyon.) G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

Dans son beau mémoire couronné par l'Académie des Sciences, Halphen a donné une classification des courbes gauches algébriques, en écartant toutefois les courbes à points multiples. M. Autonne vient de compléter ces recherches en étendant aux courbes de cette catégorie quelques-unes des propositions formulées par l'illustre géomètre. Le mémoire qu'il nous présente aujourd'hui se divise en deux chapitres.

Le premier chapitre a pour objet la représentation des courbes gauches algébriques, en prenant comme point de départ la théorie des cycles; la méthode adoptée par l'auteur est tout à fait générale et permet de retrouver facilement quelques théorèmes énoncés sans démonstration par Halphen.

Dans le second chapitre, consacré au calcul du nombre des conditions qui expriment qu'une courbe algébrique donnée est située sur une surface algébrique donnée, M. Autonne montre comment on peut étendre aux courbes à singularités quelconques un certain nombre de résultats obtenus par Halphen. H. Fehr.

Seguela (R.). — **Les Tramways. Voie et Matériel.** — 1 *vol. in-18 de 182 pages avec fig. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publié sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.). Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1896.

L'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire vient de s'enrichir d'un nouveau volume dû à M. R. Seguela, qui a traité la question des tramways en praticien expérimenté. L'auteur s'est attaché à résumer dans son travail, conformément à la méthode adoptée dans la création de l'Encyclopédie scientifique, de nombreux renseignements techniques et précis touchant le sujet étudié, et son ouvrage présente d'autant plus d'intérêt qu'il comble pour ainsi dire une lacune. Nous possédons bien en effet de nombreuses descriptions isolées des applications faites jusqu'à présent des divers types de tramways, et M. Seguela a soin du reste de les rappeler dans une note bibliographique qui sera fort appréciée, mais il n'existait pas d'étude comparative indiquant aussi brièvement les traits caractéristiques de chacun de ces types et résumant les résultats obtenus.

L'ouvrage comporte deux grandes divisions consacrées l'une à la voie et l'autre au matériel roulant étudié spécialement au point de vue de la production de l'effort de traction.

Dans la première partie, le chapitre I étudie d'abord les voies en accotement, installées par conséquent sur une partie de la chaussée inaccessible aux véhicules ordinaires; l'auteur s'y arrête peu, comme c'est là un cas relativement exceptionnel, et il s'étend davantage, au chapitre II, sur les voies en chaussée qui se rencontrent plus fréquemment.

Il distingue les deux dispositions principales qu'elles présentent, selon qu'elles sont formées de rails et de contre-rails, comme dans la voie Vignole double, la voie Marsillon, la voie Heude, ou de rails à gorge comme la voie Broca ou Humbert; il donne des tableaux indiquant les poids de ces divers types, et il signale en même temps les précautions à observer pour les assises et les fondations, soit dans les chaussées, soit dans les rues des villes.

Le chapitre III est relatif aux changements de voie; il signale les particularités qui différencient à ce point de vue les tramways des chemins de fer, en raison de la nécessité de loger le mécanisme de manœuvre dans la chaussée, et de réduire la longueur des appareils sans augmenter outre mesure l'angle de croisement, qui ne doit pas dépasser 10°.

Il décrit certains types d'appareils perfectionnés, comme l'aiguille automatique Delettrez.

Le chapitre IV renferme plusieurs tableaux qui seront consultés avec grand profit par les spécialistes et qui donnent le prix de revient des divers types de voie étudiés.

Les chapitres V et VI examinent certaines dispositions appliquées tant en Angleterre qu'en Amérique.

Le chapitre VII expose diverses considérations générales qui se dégagent de l'étude de la voie. Il discute les avantages et les inconvénients des deux types de voie comparés, avec rails à gorge ou rails jumelés. Il insiste enfin sur la nécessité d'installer le pavage aussi solidement que la voie elle-même dans le parcours des rues des villes pour éviter que les pavés ne s'affaissent isolément.

La deuxième partie de l'ouvrage, consacrée au matériel, étudie surtout les divers modes de traction.

Un premier chapitre donne quelques chiffres intéressants sur la valeur des résistances diverses à vaincre dans l'effort de traction : résistance au roulement, résistance des mécanismes, et résistance au démarrage; il montre que la résistance au roulement atteint sur les tramways des valeurs très considérables, de 10 kilos et au-dessus, bien supérieures à celles qu'on observe sur les chemins de fer, ce qui s'explique immédiatement, si l'on songe que les rails de tramways, surtout ceux à gorge, sont presque toujours souillés de poussière ou de boue.

Le chapitre II étudie le matériel au point de vue de la circulation en courbe et signale les diverses combinaisons adoptées pour faciliter l'inscription des essieux, boggies, bissels, et en même temps les dispositions spéciales à donner à divers organes accessoires : boîtes à huile, ressorts, attelages et freins.

Le chapitre III distingue les types divers de véhicules moteurs, locomotives distinctes, voitures automobiles et système mixte comportant une locomotive à adhérence totale reliée à une voiture dont elle supporte l'extrémité, ce qui lui assure un surcroît d'adhérence.

Le chapitre IV compare les divers systèmes de traction en distinguant d'abord ceux qui comportent un moteur juxtaposé au générateur, et fonctionnant soit par la vapeur, le pétrole ou l'électricité, puis les appareils accumulateurs proprement dits de vapeur, air comprimé, gaz ou électricité, et enfin les dispositifs recueillant en marche l'effort moteur fourni par une usine fixe, comme les conducteurs électriques à trolley ou les funiculaires.

Un chapitre de considérations générales termine cette dernière partie, dans laquelle l'auteur indique seulement les traits caractéristiques des divers systèmes de traction sans essayer de donner des prix de revient, comme il l'a fait pour la voie. Il a considéré sans doute que c'était là une matière trop délicate, trop profondément affectée par les circonstances locales; il a craint peut-être aussi de rencontrer trop de difficultés pour recueillir des renseignements suffisamment impartiaux au milieu des chiffres contradictoires qui sont mis en avant par les intéressés. L. Baclé.

2° Sciences physiques.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, *tomes X et XI. — 2 gros volumes in-4° avec nombreuses figures et planches. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

La collection des travaux du Bureau international des Poids et Mesures vient de s'enrichir de deux volumes non moins riches en documents que les précédents, et qui font ressortir une fois de plus l'infatigable activité du directeur du Bureau, M. Benoit, et de ses adjoints, MM. Chapuis et Guillaume.

Quelques-uns des travaux exposés en détail dans ces volumes ont déjà fait l'objet d'articles dans la *Revue générale des Sciences*; nous ne ferons donc que signaler leur publication complète; d'ailleurs, la plupart des recherches effectuées au Pavillon de Breteuil échappent à l'analyse; on ne peut qu'admirer l'ordonnance logique des expériences, la disposition ingénieuse des appareils, la patience avec laquelle les observations sont suivies et multipliées, et indiquer à quel point ce mode de travail augmente la certitude des résultats fournis.

Le tome X contient d'abord un Rapport établi par M. Cornu avec la collaboration de M. Benoît, au nom d'une Commission composée de MM. Broch, Cornu, Dumas, Fœrster, Stas et Tresca, sur la détermination de l'étalon provisoire international. Le mémoire indique en détail comment ont été tournées les difficultés que présentait la comparaison d'un mètre à bouts et d'un mètre à traits, grâce aux procédés indiqués par MM. Fizeau et Cornu. Cette opération, toujours difficile, a présenté des incertitudes particulières par suite de l'imperfection des surfaces terminales du mètre des Archives, construit à une époque où les mesures étaient loin de la précision qu'elles atteignent aujourd'hui. Aussi, l'écart trouvé entre le mètre des Archives et la règle à traits, définitivement adoptée comme étalon international, écart qui est de $0^{\mu},03$, doit-il être regardé comme négligeable, et l'on peut énoncer la conclusion suivante : Le prototype international à traits, désigné par le symbole $\mathfrak{M}$, reconnu par toutes les puissances contractantes de la Convention du mètre comme représentant désormais la base du système métrique, satisfait d'une façon complète à la condition qu'on s'était proposée, c'est-à-dire qu'il est rigoureusement égal en longueur au mètre des Archives.

Le deuxième mémoire du tome X, dû à MM. Benoit et Guillaume, rassemble le nombre énorme d'observations faites pour fixer les dimensions relatives du nouveau mètre prototype international, et des différents mètres prototypes distribués aux Gouvernements signataires de la Convention du mètre. L'étude comprenait : 1° la mesure de la dilatation, qui s'est décomposée elle-même en deux autres, savoir : la mesure de la dilatation absolue d'une règle, et la comparaison des autres règles à la première, pour déterminer leurs dilatations par la méthode relative; 2° la détermination de l'équation de chaque prototype par rapport au mètre international; 3° la mesure des intervalles auxiliaires.

L'ensemble de ces recherches, effectuées avec les appareils connus du Bureau des Poids et Mesures : dilatomètre Fizeau, comparateur Brunner, etc., se résume en une équation relative à chaque mètre prototype. Ces équations donnent la longueur à chaque température à $0^{\mu},1$ près; cette limite de précision a été adoptée en 1888 par le Comité international, comme correspondant à la précision des expériences.

L'équation du mètre prototype international est la suivante :

$$\mathfrak{M} = 1^{m} + 8^{\mu},651\,T + 0^{\mu},00100\,T^{2}$$

T étant la température normale indiquée par le thermomètre à hydrogène. Les autres prototypes ont des équations analogues, augmentées d'un terme correctif exprimant la différence de longueur à 0°. Par exemple, l'équation de la règle n° 19 est :

$$N^{o}\ 19 = 1^{m} + 1^{\mu},1 + 8^{\mu},655\,T + 0^{\mu},00100\,T^{2}.$$

Pour les trente et une règles étudiées, le terme correctif varie de $+ 2^{\mu},8$ à $- 1^{\mu},5$. Le cofficient de T présente aussi de légères variations; il va de $8^{\mu},674$ à $8^{\mu},632$.

La Commission internationale du mètre avait décidé que chaque mètre prototype serait accompagné de deux thermomètres-étalons soigneusement étudiés.

Le troisième mémoire du tome X, dû à M. Guillaume, résume les opérations qui ont servi à graduer ces instruments, opérations définitivement réglées à la suite des belles recherches de M. Chappuis, sur le thermomètre à gaz, et de M. Guillaume, sur le thermomètre à mercure. La comparaison de ces instruments avec le thermomètre à hydrogène, montre que les méthodes adoptées permettent d'abaisser les erreurs à 0°003 environ, résultat d'autant plus remarquable que les expériences ont porté sur quatre-vingt deux thermomètres fabriqués à plusieurs années d'intervalle.

Le tome XI contient le mémoire complet de M. Michelson sur la détermination expérimentale de la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses, accompagné de très belles planches et d'une série d'annexes fort intéressantes, entre autres l'exposé, par MM. Benoit et Guillaume, des déterminations métrologiques, la théorie de l'appareil d'interférence et de la visibilité des franges d'interférence, etc., enfin le journal complet des observations effectuées par MM. Michelson et Benoit. Le Bureau des Poids et Mesures a luxueusement édité ce magnifique travail, à l'achèvement duquel il a puissamment aidé par ses ressources et le concours de son personnel.

Le deuxième mémoire du tome XI résume les études effectuées par MM. Benoit et Guillaume, d'une nouvelle série de mètres étalons, distribués en 1892. Enfin, un troisième mémoire, également dû à MM. Benoit et Guillaume, décrit de nouvelles déterminations des mètres étalons du Bureau international. Ces déterminations, comparées à celles qui ont été faites à plusieurs reprises, depuis 1881, montrent que les étalons sont bien permanents; les écarts entre les mesures faites à différentes époques sont extrêmement petits, et cette constance a permis de mettre en évidence un fait des plus curieux; les écarts sur les millimètres étalons sont beaucoup plus grands que ceux qui portent sur la comparaison des mètres étalons; MM. Benoit et Guillaume attribuent ce résultat à une variation lente du pouvoir grossissant des objectifs, probablement dû à un recuit de verre, et se trouvent ainsi amenés à conclure que la comparaison de deux mètres-étalons est plus exacte en valeur absolue que la comparaison de deux millimètres à l'aide de la vis d'un micromètre, et que, pour qu'il soit possible d'utiliser dans cette mesure toute la précision d'un pointé fait dans de bonnes conditions, il faut donc avoir recours à de nouveaux procédés.

G. Charpy.

Les Actualités chimiques, *Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, paraissant six fois par an, publiée sous la direction de* **M. Charles Friedel,** *de l'Institut (Secrétaire de la Rédaction : M.* Georges F. Jaubert, *docteur ès sciences). 1er fascicule, Georges Carré, éditeur, 3, rue Racine. Paris,* 1896.

Tous ceux qu'un labeur quotidien à l'usine ou au laboratoire empêche de consacrer le temps nécessaire à la lecture de la littérature chimique, applaudiront à la nouvelle et heureuse initiative que vient de prendre M. Friedel en publiant, sous la forme de Revue et à des intervalles assez rapprochés, les conférences que,

par une pieuse tradition, il a maintenues et continuées en recueillant la succession de Wurtz à la Sorbonne.

On sait que ces conférences, faites par des savants de bonne volonté, ont pour but « de faire profiter leurs confrères dans la science de leurs lectures et du travail de coordination auquel ils se sont livrés ».

Publiées d'abord dans le *Bulletin des Sciences physiques*, puis plus tard en volume par M. Carré, ces conférences qui traitent surtout des sujets les plus nouveaux, n'étaient portées à la connaissance des lecteurs, par suite de la lenteur de leur publication, que lorsque leur caractère de nouveauté avait disparu.

La Revue, en paraissant périodiquement tous les deux mois, a pour but de parer à cet inconvénient.

Il semble en outre que, par son titre et par la nature d'une des conférences parues dans le premier fascicule, la *Revue* ne veuille pas se borner à la science pure, mais qu'elle a aussi pour but d'accueillir tout travail d'ensemble ayant trait à la science appliquée.

C'est encore une heureuse innovation, qui ne manquera pas de réunir tous les suffrages.

Donner sous une forme succincte, avec indication des sources à l'appui, un aperçu général des progrès réalisés dans une branche quelconque de l'industrie chimique, *complétant cet aperçu par un choix judicieux des découvertes d'ordre purement scientifique qui peuvent exercer une action fécondante sur cette industrie et l'inspirer*, c'est rendre un signalé service, non seulement au chef d'usine directement intéressé, mais encore au chercheur, à l'homme de science, dont la nature d'esprit est souvent peu portée aux applications.

Ces sortes de revues, très goûtées en Allemagne, où elles sont publiées périodiquement dans la plupart des journaux de chimie appliquée, et en Angleterre où elles paraissent à intervalles plus ou moins réguliers sous la forme de conférences, sont parfois extrêmement suggestives.

Le premier fascicule des *Actualités chimiques*, qui vient de paraître, contient quatre conférences.

La première a trait aux « critiques formulées par M. Hinrichs sur les déterminations des poids atomiques de Stass » par M. P. Schutzenberger, membre de l'Institut. Nul mieux que l'éminent professeur au Collège de France, n'était à même d'exposer dans leur ensemble les arguments invoqués par le savant Américain en faveur de la théorie de Prout. Son expérience personnelle, son merveilleux talent d'analyste, son esprit critique et philosophique font que les réflexions suggérées par l'étude du mémoire de M. Hinrichs ajoutent à la valeur du plaidoyer formulé par ce dernier.

La conférence de M. Wyrouboff sur « la classification périodique des éléments » n'est point moins intéressante. L'auteur y a montré cet esprit rigoureux qu'il apporte dans toutes ses recherches et ce talent de critique si bien servi par un style élégant, correct, et d'une verve entraînante.

Les hautes considérations philosophiques qui terminent cette conférence sont à méditer, et leur lecture est à conseiller aux débutants dans la science.

En nous donnant l'histoire des *révélateurs photographiques*, M. A. Granger entre résolument dans la voie des applications.

Quant à la conférence de M. Ponsot, elle a trait aux phénomènes de l'hydrolyse qui constituent un des chapitres les plus intéressants de la Chimie physique.

En résumé, les débuts de cette Revue sont des plus attrayants et, si nous en jugeons par les titres des conférences publiées en tête du fascicule et par l'autorité des savants qui ont promis leur concours, les *Actualités chimiques* seront appelées à faciliter la tâche des chercheurs et à initier le chimiste aux progrès incessants de la science chimique.

A. Haller.

3° Sciences naturelles.

De Lapparent (Henri), *Inspecteur général de l'Agriculture.* — **Le Vin et l'Eau-de-vie de vin.** — *Un vol. grand in-8° de 536 pages avec 112 fig. et 28 cartes de l'Encyclopédie industrielle de M. C. Lechalas.* — (*Prix : 12 fr.*) *Gauthier-Villars et fils. Paris*, 1896.

Le sujet que M. de Lapparent s'est proposé de traiter est nettement limité : *Le Vin et l'Eau-de-vie de vin*, mais combien vaste malgré la brièveté de son titre! Les traités sur la matière sont nombreux déjà ; toutefois le besoin se faisait sentir d'un ouvrage qui, se confinant au vin et à ses dérivés immédiats, exposerait au public viticole les progrès tout à fait remarquables de l'industrie vinicole pendant les années qui viennent de s'écouler.

Le temps n'est plus où le raisin encuvé fermentait au petit bonheur, donnant un vin fragile, que les moindres circonstances défavorables vouaient à a chaudière sans qu'il en résultât de bien grosses pertes. Aujourd'hui, hormis les vins des crus spéciaux de la Charente ou de l'Armagnac par exemple, les vins d'alambic ont une valeur si faible que la nécessité s'impose de les obtenir solides et de franc goût.

L'exposé très clair des méthodes de vinification, la critique très serrée des instruments et des appareils de cave, l'examen raisonné des diverses manipulations qu'on est amené à faire subir au raisin ou au moût, qu'on trouve dans le *Vin et l'Eau-de-vie de vin*, montreront à beaucoup de viticulteurs les vices de leur mode de travail et leur permettront de les réformer souvent sans bourse délier ou avec des frais insignifiants.

Dans l'exposé général qui commence le volume et en explique le but, l'auteur ne ménage pas aux viticulteurs quelques vérités un peu dures. C'est une sincérité dont bien peu ont donné l'exemple ; et je me plais à le répéter avec lui : « Trop souvent les propriétaires sont absolument ignorants des principes « mêmes qui doivent servir de base à la vinification et « d'une insouciance inexplicable pour le maintien et « l'amélioration d'un produit si délicat. »

Après un examen sommaire des qualités tant absolues que relatives des vins, M. de Lapparent nous promène dans le vignoble français et algérien. De très nombreuses cartes, qu'on voudrait un peu moins succinctes, imprimées dans le texte, en regard, ou à peu près, de la partie descriptive, montrent très exactement la répartition du vignoble dans chaque centre viticole. C'est là une très heureuse innovation. L'étude du raisin, des vendanges, de l'outillage du cellier, de l'aménagement des cuveries et chais de conserve forme la partie la plus importante du volume. Ces diverses questions, comme je le disais tout à l'heure, y sont exposées avec clarté et tout le développement nécessaire, sans noyer dans des détails scientifiques trop abstraits le public spécial auquel s'adresse cette œuvre de praticien que l'auteur a voulu faire.

Avec une compétence tout à fait indiscutable où l'on sent le producteur à côté du savant, M. de Lapparent traite ensuite la question des eaux-de-vie de vin, il termine enfin le volume par un long chapitre : *Economie et Législation*, où sont examinées toutes les questions de statistique, régie, tarifs douaniers et de transport, de nature à intéresser le vigneron.

C'est un bon livre de plus à ajouter à la bibliothèque vinicole. L. Roos.

4e Sciences médicales.

Tissot (J). — **Etude des phénomènes de survie dans les muscles après la mort générale.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *In-8° de 116 pages avec 53 figures. G. Masson. Paris*, 1896.

Les phénomènes qui ont lieu dans les muscles après la mort générale ou après leur extraction du corps sont encore incomplètement connus.

L'auteur s'est attaché avec succès à l'étude de quel-

ques-uns de ces phénomènes. Il s'est servi de procédés expérimentaux, pour la plupart originaux et entièrement nouveaux. Ils sont très bien décrits. De nombreuses figures reproduisent les appareils employés et les tracés obtenus.

Ce travail très consciencieux fait le plus grand honneur à l'auteur. Il est divisé en trois chapitres.

Dans le chapitre premier, l'auteur s'est attaché à démontrer que l'excitabilité musculaire et la rigidité cadavérique ne sont pas deux phénomènes incompatibles l'un avec l'autre, et que, quelle que soit l'hypothèse admise pour expliquer la rigidité, l'excitabilité et la contractilité peuvent encore persister dans les muscles rigides. Il a démontré :

1° Que les nerfs en état de mort apparente peuvent engendrer dans le muscle la production du courant d'activité ;

2° Que les muscles ayant déjà perdu toute contractilité répondent à l'excitation de leur nerf par un phénomène électro-moteur ;

3° Qu'une excitation trop faible pour déterminer une contraction détermine néanmoins l'apparition du courant d'activité ;

4° Que l'apparition de la rigidité cadavérique n'est pas une preuve de la mort des muscles ; elle peut s'établir avant que l'excitabilité des nerfs ait disparu ; l'excitabilité directe du muscle rigide (excitabilité électrique mécanique ou chimique) peut persister longtemps pendant plus de deux jours (fœtus)

5° Certains agents chimiques : chloroforme, ammoniaque agissant en vapeurs sur le muscle rigide, y déterminent une contraction lente d'autant plus faible que la rigidité est établie depuis plus longtemps. Il existe une période d'hyperexcitabilité pour les vapeurs du chloroforme.

6° Les vapeurs de chloroforme agissent sur les muscles comme excitants et non comme agents coagulants. Il est possible qu'il y ait des phénomènes de coagulation, mais secondaires à l'excitation.

Le chapitre deuxième est consacré à l'étude de la cause de la rigidité musculaire. Conclusions :

1° La rigidité est un phénomène général chez les animaux ; elle ne manque jamais. Le fœtus devient toujours rigide.

2° La rigidité commence à se manifester dans les muscles immédiatement après la mort.

3° Comme la fatigue musculaire, l'inanition accélère le développement et diminue la durée de l'état de rigidité.

4° La matière glycogène ne diminue pas dans les muscles rigides.

5° Le muscle est un corps extrêmement sensible aux variations hygrométriques ; aussi doit-on se demander si les mouvements spontanés d'élongation et de raccourcissement observés par Brown-Séquard ne sont pas dus à ces variations.

6° La putréfaction n'est pas la véritable cause de la disparition de la rigidité. Cette cause réside dans le muscle lui-même.

7° Le système nerveux n'exerce aucune action sur le développement de la rigidité.

Dans le chapitre troisième est étudiée la respiration du muscle. Les faits se résument ainsi :

1° En l'absence de toute putréfaction, un muscle isolé du corps et placé dans l'air dégage de l'acide carbonique et absorbe de l'oxygène.

2° Il est nécessaire, dans l'étude des échanges gazeux du muscle avec l'air, d'opérer en évitant la putréfaction.

3° L'absorption d'oxygène par le muscle est un phénomène vital et étroitement lié aux phénomènes physiologiques.

4° La quantité d'acide carbonique dégagé, ne présentant pas de relation constante avec les phénomènes physiologiques du muscle, ne peut être prise comme mesure de son activité ; seule la quantité d'oxygène absorbée peut être utilisée dans ce but.

5° L'acide carbonique dégagé par le muscle provient de deux sources : *a*) d'un phénomène physique : dégagement de l'acide préformé dans le muscle : *b*) d'un phénomène physiologique : production d'acide carbonique sous l'influence de l'activité vitale.

6° Contrairement aux conclusions d'Hermann, il se produirait dans le muscle placé dans l'air un phénomène de respiration avec absorption d'oxygène et production d'acide carbonique. Ce phénomène se produit en l'absence de toute putréfaction à la surface du muscle. Il peut être mis en évidence et étudié en comparant les échanges gazeux du muscle placé dans l'air, à ceux d'un muscle identique placé dans un gaz inerte.

7° Si l'on étudie ce phénomène de respiration à l'état de repos et à l'état de travail, on voit que le rapport de $\frac{CO^2}{O}$, considérablement inférieur à l'unité à l'état de repos, s'en rapproche notablement à l'état de travail.

8° Lorsqu'un muscle est placé dans l'air et à une température régulièrement croissante, ses échanges gazeux croissent jusqu'à un certain degré qui est optimum (32 ou 33° pour les muscles des batraciens), au delà ils décroissent rapidement pour cesser à peu près complètement lorsque la température est devenue incompatible avec la conservation de la vie.

9° Dans un muscle isolé du corps et abandonné à l'air (mais à l'abri de la putréfaction), les échanges gazeux décroissent régulièrement, rapidement d'abord et ensuite plus lentement pour devenir très faibles vers le quinzième jour.

Le dégagement d'acide carbonique pour un muscle placé dans l'hydrogène décroît très rapidement et devient nul vers le sixième jour.

10° L'excitabilité musculaire disparaît plus rapidement dans un gaz mort que dans un milieu oxygéné. Le muscle en travail se fatigue plus vite dans un gaz inerte que dans l'air. Il se rigidifie de même plus vite dans l'hydrogène que dans l'air.

Maurice KAUFMANN.

5° Sciences diverses.

Worms (René), *Docteur en droit, Licencié ès sciences, Directeur de la Revue internationale de Sociologie.* — **Organisme et Société.** — 1 *vol. in-8° de* 410 *pages.* (*Prix : 8 fr.*) *Giard et Brière éditeurs, Paris,* 1896.

Le progrès des sciences biologiques doit forcément retentir sur les sciences politiques. Il est naturel que les sociologues se laissent guider par cette intuition. Prudemment appliquée, l'idée d'une analogie entre le développement des organismes et celui des sociétés peut se montrer féconde. Qui ne voit cependant les dangers d'une telle méthode lorsqu'elle prétend formuler les ressemblances jusque dans le dernier détail, et découvrir des vérités sociales, des principes de gouvernement, en se contentant de transposer dans l'ordre des sciences morales les faits particuliers mis au jour par les biologistes ?

C'est en recourant à ce procédé, — suivant nous trop simpliste, — que M. René Worms étudie l'évolution du corps social. Il sait que l'œuf est une cellule qui se segmente, produit ainsi le blastoderme, lequel se divise en plusieurs feuillets, etc., etc., et il s'efforce de suivre parallèlement l'évolution de la *cellule sociale*, des *feuillets sociaux*, etc., etc. Que, dans les deux cas, le sens des phénomènes soit le même, que le procédé du progrès soit, comme l'a si nettement établi H. Milne-Edwards, la division du travail physiologique avec la différenciation anatomique pour condition, nous nous gardons d'y contredire. Mais partir de cette vue pour dresser une table de correspondance entre les faits biologiques et les faits sociaux, nous semble une entreprise tout au moins prématurée.

Si nous insistons sur les dangers de cette tentative, c'est que, malgré notre critique, l'œuvre de M. Worms offre un réel et très haut intérêt. Elle mérite, croyons-nous, de fixer l'attention des savants et des philosophes.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Juin 1896.

M. **Gill** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie en remplacement de M. Cayley, décédé.

1° Sciences mathématiques. — MM. **G. Rayet, E. Picart** et **L. Courty** présentent leurs observations de la comète Swift (13 avril 1896), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. **Moureaux** a constaté à Kotchetovka (Russie) une anomalie magnétique extraordinaire, la plus grande qu'on ait observée jusqu'ici. — M. **Boussinesq** donne l'expression du frottement extérieur dans l'écoulement tumultueux d'un fluide. — M. **de Jonquières** établit un certain nombre de propriétés nouvelles des racines primitives d'un nombre premier. — M. **J. Hadamard** établit une propriété nouvelle des zéros de la fonction $\zeta(s)$ de Riemann. — M. **E. Vial** adresse une note ayant pour titre : Observation sur le nombre π.

2° Sciences physiques — M. **A. Cornu** étudie la caustique d'un arc de courbe réfléchissant les rayons émis par un point lumineux, et arrive au théorème suivant: Les rayons issus d'un point lumineux P et réfléchis sur un arc infiniment petit MM′ ont pour caustique C une conique située dans un plan normal au plan de l'élément et passant par le point lumineux P : c'est la section plane du cône décrit par la révolution du rayon incident PM autour de la tangente Mz ; le plan de la section passe, en outre, par un point C″ de la normale MC à l'arc, qui est la projection du pied C′ de la normale au cône abaissée du centre de courbure C. L'auteur donne la disposition expérimentale qui permet de vérifier ce théorème. — M. **C. Maltézos** étudie théoriquement la nature des rayons X. Si l'expérience démontre que leur réfraction n'est pas rigoureusement nulle, les radiations sont transversales, à longueur d'onde infiniment petite : ce sont des *hyper-ultra-violettes*. Si, au contraire, la réfraction est absolument nulle, on conclut que $\lambda = 0$, car, dans ce cas aussi, toutes les propriétés optiques se démontrent théoriquement; elles seront donc des *radiations limites*. — M. **H. Moissan** résume ses recherches sur les carbures métalliques et sur la formation des carbures d'hydrogène gazeux et liquides par l'action de l'eau sur les carbures métalliques. Il attribue en partie à cette réaction l'origine des bitumes et des pétroles qui se forment à l'intérieur de la terre, ainsi que celle des gaz hydrocarbonés qui s'échappent des volcans. — M. **Ch. Combes** indique un procédé de préparation des alliages d'aluminium par voie de réaction chimique, qui lui paraît plus avantageux que celui exposé récemment par M. Moissan. Il consiste à réduire par l'aluminium un sulfure ou chlorure métallique ; il se produit du sulfure d'aluminium qui se sépare nettement de l'alliage. L'auteur a obtenu ainsi les alliages de l'aluminium avec le nickel, le manganèse et le chrome. — M. **D. Tommasi** signale un procédé de désargentation électrolytique des plombs argentifères. Il consiste à électrolyser une solution plombique en prenant l'alliage argentifère pour anode et un disque de métal inattaquable pour cathode. Sous l'action du courant, le plomb des anodes se dissout et se transporte à la cathode, tandis que l'argent insoluble se dépose au fond de la cuve. — M. **P. Sabatier** a préparé un acide nitrosodisulfonique bleu foncé en faisant passer un courant d'air et d'AzO à travers une solution saturée de SO^2 dans H^2SO^4 dilué de 1,5, et en abandonnant jusqu'à dégagement d'oxyde azotique. La réaction se produit probablement suivant deux phases :

$$2AzO+O+2SO^2+H^2O=2[AzO(SO^3H)]$$
$$2[AzO(SO^3H)]=AzO+AzO(SO^3H)^2.$$

— M. **A. Granger** a obtenu, par l'action de la vapeur de phosphore sur les chlorures correspondants, les sesquiphosphures de cobalt et de nickel. Les chlorures mercurique, stannique et cadmique ne donnent rien, celui de cuivre donne un biphosphure. — M. **J. Cavallier** s'est proposé de mesurer la chaleur d'éthérification d'un acide inorganique par l'action du chlorure de l'acide sur l'alcool sodé. Ainsi, en faisant réagir l'oxychlorure de phosphore sur l'éthylate de sodium, il a mesuré la chaleur de formation du phosphate triéthylique, qui est égale à 9, 4 cal. — M. **Paul Rivals** montre, par ses déterminations thermochimiques, que la substitution du chlore dans l'aldéhyde ne paraît pas avoir d'influence thermique appréciable sur la formation des dérivés éthyliques de l'aldéhyde. Il n'en est plus de même pour l'acide acétique et ses dérivés éthyliques ; les acides chloracétiques se différencient de l'acide acétique et se rapprochent de l'acide formique, c'est-à-dire des acides organiques forts. — M. **L. Bouveault**, en faisant réagir le sulfate d'hydrazine sur les acides glyoxyliques aromatiques, a obtenu des hydrazones de formule :

$$\begin{array}{ccccccc} R-C & = & Az-Az & = & C-R & + & H^2O \\ | & & & & | & & \\ CO^2H & & & & CO^2H & & \end{array}$$

qui, distillées à la pression ordinaire, se décomposent en azote et stilbènes substitués. — MM. **Guerbet** et **A. Béhal** citent de nouveaux faits à l'appui de la constitution de l'acide campholénique inactif, qui serait d'après eux un dérivé du triméthylbenzène 1. 3. 4. — M. **G. Jacquemin** indique un procédé économique de dénaturation rationnelle de l'alcool; il est basé sur l'emploi de l'huile sulfurée indifférente de Zeiss, additionnée d'un onzième de mercaptan ; 5 grammes suffiraient pour dénaturer un hectolitre d'alcool à 90°.

3° Sciences naturelles. — M. **Balland** montre que les basses farines, provenant de la remouture des derniers gruaux, sont bien plus nutritives que les farines de 1er jet ; leur emploi seul ne doit pas être toléré à cause de l'excès de cellulose non assimilable qu'elles renferment, mais leur mélange avec les farines fleurs est, au contraire, tout à fait justifié. Les pertes résultant d'un blutage exagéré seraient désastreuses. — M. **A. Bach** étudie le mécanisme chimique de la réduction des azotates dans les plantes Il montre que l'acide azotique est réduit dans les feuilles par l'aldéhyde formique provenant de la décomposition de l'acide carbonique et que la formaldoxime constitue le premier terme quaternaire de cette réduction. — M. **E. Bataillon** expose les rapports qui existent entre le premier sillon de segmentation et l'axe embryonnaire chez les Amphibiens et les Téléostéens. — MM. **L. Lortet** et **Genoud** ont inoculé la tuberculose à des cobayes et en ont soumis quelques-uns à l'influence des rayons X; ceux-ci se portent très bien, tandis que les animaux non traités présentent tous les signes de la tuberculose. — M. **A. Gautier** présente son ouvrage sur les « Toxines microbiennes et animales » et le résume à grands traits. — M. **Michel-Lévy** a déterminé le degré géothermique de deux sondages profonds à Charmoy (Creusot) et à Macholles, près Riom. Il a trouvé pour le premier 26 mètres et pour le second 14, 16 mètres. Ce dernier chiffre, de plus de moitié inférieur à la moyenne, est dû aux dernières manifestations volcaniques dont la Limagne est encore le théâtre. — M. **R.**

Bourgeois expose les caractères géographiques de la région de Diégo-Suarez (Madagascar).

Séance du 29 Juin 1896.

M. **Backhuyzen** est élu Correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. Newcomb, élu Associé étranger. — M. A. Gaudry annonce le décès de **Sir Joseph Prestwich**, Correspondant dans la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Jonquières** énonce un certain nombre de propriétés nouvelles des racines secondaires d'un nombre premier. — M. **J. Boussinesq** donne les formules du coefficient des frottements intérieurs dans l'écoulement tumultueux graduellement varié des liquides. — M. **Appell** présente un ouvrage, fait en collaboration avec M. **Lacour**, intitulé : « Principe de la Théorie des fonctions elliptiques et applications »; il expose le but du livre. — M. **Boussinesq** présente un rapport sur un mémoire de M. **Bazin**, relatif à la distribution des vitesses dans les tuyaux. Les expériences de l'auteur montrent que des lois communes régissent, d'une part, l'écoulement dans les tuyaux, d'autre part, l'écoulement à ciel ouvert. — M. **Bouny**, ayant mesuré le travail développé dans la locomotion à bicyclette, par l'analyse graphique des coups de pédale, a voulu vérifier cette méthode en fixant sur l'axe de la bicyclette un frein de Prony; les chiffres obtenus par les deux méthodes sont à peu près pareils, et le frein de Prony constitue un moyen de contrôle absolument précis.

2° Sciences physiques. — M. **J. Vaillot** relate les expériences actinométriques faites en deux années au sommet du mont Blanc et à Chamonix pour déterminer la constante solaire; les instruments ont été les deux fois différents et les méthodes de calcul distinctes; néanmoins, les valeurs obtenues se rapprochent beaucoup et coïncident avec le nombre 1,700, donné déjà par Pouillet. — M. **C. Maltézos** montre, par un autre calcul, basé sur la théorie électromagnétique de la lumière, que les rayons X sont des radiations limites ($\lambda = 0$). — M. **A. de Gramont** décrit le spectre de lignes du phosphore, observé dans ses sels fondus, et le trouve identique à celui qu'on observe dans le spectre des produits métallurgiques contenant du phosphore. — M. **P. Sabatier** décrit les propriétés de l'acide nitrosodisulfonique dont il a indiqué la préparation. Cet acide fournit des sels stables avec le cuivre, le fer et le chrome; la coloration bleue du composé cuivrique et la coloration rose du sel ferrique peuvent servir de réaction caractéristique pour ces métaux. — M. **V. Thomas** a fait réagir sur du chlorure stanneux anhydre une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone, dans l'intention d'obtenir le corps $SnCl^2I^2$; mais on n'obtient que le tétraiodure d'étain, d'après la réaction :

$$3SnCl^2 + 7I^2 = 3SnI^4 + 2ICl^3.$$

M. **J. Alloy** communique les chaleurs de dissolution des principaux sels d'uranyle solubles et les chaleurs de formation des principaux sels d'uranyle dissous. — M. **L. Bouveault** a cherché à transformer en aldéhydes les acides glyoxyliques aromatiques. Pour cela y échauffe ces acides ($R - CO - CO^2H$) avec l'aniline; il se forme un acide phénylimidé qui se dédouble immédiatement en acide carbonique et phénylimide ($R - CH = AzC^6H^5$); la phénylimide est dédoublée aisément par l'acide sulfurique étendu bouillant, et donne l'aldéhyde ($R - CO - H$) à l'état de pureté. — M. **A. Biétrix** a remarqué que si l'on fait passer un courant de chlore dans une solution aqueuse d'acide gallique, il ne se forme pas de dérivés chlorés; l'acide gallique est complètement oxydé en acide oxalique; au contraire, si l'acide gallique est dissous dans le chloroforme, il se forme deux dérivés chlorés : l'un insoluble, l'acide dichlorogallique $C^6Cl^2(OH)^3CO^2H$; l'autre, qui reste dissous, le trichloropyrogallol $C^6Cl^3(OH)^3$. — M. **A. Hébert** a retiré des graines d'*Ysano* ou *Ungueko* un nouvel acide gras, non saturé, l'acide isanique, qui semble avoir pour formule $C^{11}H^{20}O^2$. Cet acide s'oxyde très facilement à l'air en donnant une matière colorante rose très stable. — M. **J. Minguin** donne les propriétés cristallographiques des benzylidène, méthyl et éthylsalicidène et anisal-camphres. La substitution de radicaux plus ou moins complexes dans le groupe CH^2 du camphre abaisse la symétrie du système hexagonal aux systèmes orthorhombiques et monocliniques. — M. **J. Taupin** adresse une note sur les chaleurs spécifiques.

3° Sciences naturelles. — M. **Bordas** étudie l'appareil digestif d'un orthoptère de la famille des *Grillidæ*, le *Brachytrypes membranaceus*. Il se rapproche de celui de la *Gryllotalpa*, mais en diffère, toutefois, par l'atrophie de l'œsophage, l'énorme volume du jabot, la réduction des appendices intestinaux, et surtout la longueur considérable de l'intestin proprement dit. — M. **Joannes Chatin** décrit une coloration spéciale des huîtres, fréquente en Angleterre et en Amérique, et désignée sous le nom de *pale greeness*; elle est de nature pathologique et due à l'altération des cellules pigmentaires du foie. — MM. **H. Beauregard** et **E. Dupuy** sont parvenus à enregistrer le courant normal du nerf acoustique, sectionné dans la cavité crânienne, ainsi que le courant inverse ou courant d'action, que détermine l'excitation du nerf par les ondes sonores. Ce courant inverse est variable avec la hauteur des sons. — M. **F. Battelli** communique ses recherches sur les mouvements de l'estomac, l'action de diverses substances sur ces mouvements et le mode d'innervation de l'estomac. — M. **Gredilla y Gauna** a étudié pétrographiquement la pierre météorique, tombée à Madrid le 10 février 1896; elle est constituée par une portion métallique, renfermant de la schreibersite, de l'ivoilite et de la chromite, et par une portion pierreuse contenant du péridot, de l'enstatite, de l'augite, des feldspaths et des chondros d'olivine. — M. **L. Cayeux** étudie la structure bréchoïde du Tithonique supérieur au sud de l'Ardèche; il cherche à démontrer que, dans l'espèce, la structure bréchoïde est *secondaire*, et qu'elle a son point de départ dans un phénomène d'ordre *chimique* : la transformation du calcaire en calcite. — M. **E. Rivière** a étudié la collection recueillie dans la grotte des Spélugues (principauté de Monaco). Les individus dont les squelettes y ont été trouvés vivaient à la période géologique actuelle, dans les temps néolithiques, à l'époque robenhausienne, c'est-à-dire postérieurement aux hommes des grottes de Menton.

L. Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Juin 1896.

M. **Trasbot** donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques de M. G. Colin (d'Alfort). — M. **S. Pozzi** analyse un mémoire de MM. **Duret** et **Fourmeaux** concernant les injections massives de sérum artificiel dans les septicémies opératoires et puerpérales. Les deux premiers points traités, la technique de l'injection et son indication dans les cas d'hémorragies graves, n'ont rien d'absolument neuf. En ce qui concerne le troisième point, l'indication de l'injection dans les toxémies, il demeure établi que le chirurgien ou le médecin possède, dans l'emploi des injections salines à haute dose, un puissant moyen de combattre diverses infections. Toutefois, il ne faut pas se laisser aller à de trop grandes espérances et négliger les autres moyens thérapeutiques. — MM. **Lucas-Championnière**, **Porak** et **Pinard** ont observé les bons effets de l'injection sous-cutanée dans les cas d'hémorragies, mais pensent qu'elle est sans influence sur les septicémies. — MM. **Tarnier**, **Péan** et **Pozzi** croient, au contraire, que l'injection sous-cutanée peut être un adjuvant utile dans la septicémie. Il faut renoncer le plus possible aux injections intra-veineuses, souvent dangereuses. — MM. **Laboul-**

bène. A. Gautier, J. Chatin et Cornil, après avoir étudié le mémoire de M. Chantemesse sur les huîtres et la fièvre typhoïde, proposent l'adoption du vœu suivant : « L'Académie de Médecine, convaincue que la consommation d'huîtres ayant séjourné dans un parc dont l'eau est polluée peut déterminer des accidents gastro-intestinaux et même la fièvre typhoïde avec ses graves conséquences, émet le vœu que l'autorité compétente fasse surveiller l'aménagement des parcs du littoral, ainsi que les importations étrangères, et exige que les huîtres provenant de localités reconnues contaminées soient placées pendant huit jours, avant leur vente, sur un point de la côte baigné par l'eau de mer pure ». Ce vœu est adopté. — M. Henrot signale un cas particulier d'étiologie de la fièvre typhoïde dans l'armée. Des épandages furent faits sur un terrain non labouré; les matières fécales, au lieu d'être absorbées, se desséchèrent sur le sol, et, au moment des manœuvres, furent réduites en poussières, absorbées par les organes respiratoires; 135 soldats contractèrent la fièvre typhoïde; 23 succombèrent. — MM. J. Glover et Variot lisent un mémoire sur la dilatation de la glotte dans les spasmes laryngiens et dans le croup en particulier.

Séance du 7 Juillet 1896.

M. Budin présente une nouvelle couveuse-berceau, due à M. le Dr Diffre (de Montpellier). — M. Dieulafoy communique les expériences qu'il a faites sur le sérodiagnostic de la fièvre typhoïde et qui reposent sur l'observation suivante, due à M. Widal : Si l'on prend une culture pure en bouillon de bacilles d'Eberth, on voit au microscope des bacilles mobiles et isolés; si on y ajoute quelques gouttes de sérum du sang d'un malade atteint de fièvre typhoïde, on observe que les microbes perdent leur mobilité, se déforment et s'agglutinent en gros tas séparés par des espaces vides. Le sérum de malades atteints d'autres maladies ne donne pas cette réaction. — M. Lannelongue vient d'obtenir la cure radicale des hernies, de la hernie inguinale en particulier, par la méthode sclérogène. Il donne la technique de l'opération.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Juin 1896.

M. J. Winter résume ses recherches sur le rôle des plasmas et des chlorures dans l'organisme et sur l'influence de la concentration sur la marche des phénomènes physiologiques. — M. Grimbert a examiné sept espèces de *Bacterium coli* d'origines diverses et a reconnu que toutes transformaient la lactose en acide succinique, comme le fait le pneumo-bacille de Friedländer. — MM. Déjerine et Thomas ont remarqué, dans un cas de paralysie radiculaire du plexus brachial, une atrophie de la première racine dorsale et de la huitième cervicale, due à un exsudat méningé granuleux. — M. Féré cite l'observation d'une femme atteinte d'agolastie et montre que cette affection peut être héréditaire et familiale. — MM. Auché et Carrière ont reconnu que le coefficient urotoxique était moins fort chez deux malades atteints l'un de lymphadénie leucémique, l'autre d'adénopathie tuberculeuse cervicale. — MM. Richet et Broca ont observé que le froid paralyse la contraction musculaire chez le chien, excepté pour le muscle de la langue, qui travaille à toutes les températures. — M. Bourneville avait commencé à améliorer un cas d'idiotie myxœdémateuse par le traitement à l'injection thyroïdienne; mais le sujet a succombé à une affection pulmonaire pendant le traitement. — M. Beauregard expose ses recherches sur les oscillations négatives déterminées dans le nerf acoustique sous l'influence des sensations auditives. — M. Lapicque a reconnu que, sous l'influence de l'injection des toxines, le fer diminuait dans l'organisme.

M. Renon est élu membre de la Société.

Séance du 4 Juillet 1896.

M. Langlois cherche à expliquer comment des cobayes, auxquels on a enlevé une capsule surrénale, résistent mieux à l'infection que des cobayes normaux. Les capsules renferment des substances toxiques qui sont résorbées par l'organisme et diminuent la résistance à l'infection; lorsqu'on enlève une capsule, il y a moins de produits résorbés et la résistance reste plus grande. — M. Contejean a reconnu que les injections intra-veineuses de substances organiques, ajoutées à de l'eau salée, retardaient la coagulation du sang. — M. Roger a vacciné des lapins contre l'infection due à l'*oïdium albicans*, et a observé que le sérum des animaux immunisés empêchait la végétation de l'oïdium; ce fait est semblable à ce qui se passe pour les bactéries ordinaires. — M. E. Bodin a isolé des lésions cutanées du veau teigneux un champignon, qui cause chez l'homme et chez l'animal des lésions cliniquement trichophytiques, et qui est un favus au point de vue mycologique. — MM. d'Arsonval et Charrin ont reconnu que l'action des courants à haute fréquence produisait sur les toxines bactériennes une atténuation à peu près égale à la moitié de la toxicité des produits témoins. — M. G. Marinesco a étudié les lésions de la moelle épinière chez des sujets morts de tétanos et celles du système nerveux d'animaux inoculés avec la toxine tétanique. — M. D. Mangin expose un mode de traitement de la maladie circulaire des bulbes de jacinthe, qui consiste à exposer les bulbes pendant six heures aux vapeurs de sulfure de carbone.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Communications récentes.

M. Broca présente le brûleur Bandsept à combustion complète qui a été déjà décrit sommairement (voir la *Revue* de 1895, p. 1064). Dans le bec Bunsen ordinaire, la veine gazeuse interne, qui vient en contact par sa surface avec l'air qu'elle entraîne, ne se mélange pas complètement avec lui et échappe en partie à la combustion. Pour réaliser un mélange complet, M. Bandsept favorise la production de tourbillons en faisant passer le gaz d'abord à travers une série de troncs de cône superposés, puis enfin dans les mailles de deux toiles mécaniques en chicane, distantes l'une de l'autre de 2 millimètres. On obtient ainsi une flamme d'une homogénéité parfaite, comme on peut s'en rendre compte par l'incandescence uniforme que prend sur toute sa longueur un fil de platine qu'on y introduit. La température ne semble pas être plus élevée que dans les becs ordinaires, au moins si l'on en juge par le degré d'incandescence des manchons qui reste le même, mais la consommation de gaz diminue beaucoup; elle est réduite de 30 °/₀ environ quand la pression est de 45 millimètres; la diminution peut atteindre, pour une pression de 90 millimètres, 55 et jusqu'à 60 °/₀ par rapport au brûleur Auer courant. — M. Chappuis dit que M. Chemin a, dès 1873, construit des brûleurs du même type que le Bandsept et qu'il les a, en 1894, appliqués à la production de l'incandescence de manchons imprégnés d'oxydes rares. — M. Le Châtelier ne pense pas que le passage à travers les cônes superposés ait pour effet de faciliter la production des tourbillons; les becs Bunsen à toile métallique donnent le même type de flamme. — M. Broca cite une expérience de M. Bandsept montrant que le débit d'un bec augmente quand on ajoute une toile métallique; la température de la flamme, et par conséquent sa vitesse, s'est donc accrue suffisamment pour l'emporter sur le retard causé par l'augmentation de frottement. — M. Pellat présente le nouveau « tube focus » (*focus tube*) de M. S. P. Thompson dans lequel la cathode est un miroir sphérique concave d'aluminium, un peu au delà du centre duquel se trouve une lame de platine recouverte d'un émail contenant du sulfure de calcium et inclinée à 40° environ sur l'axe du

miroir. Cette *anticathode* constitue un centre presque ponctuel d'émanation des rayons X et permet d'obtenir, avec une pose très courte, des images très nettes. Pour construire ces tubes, M. Thompson fait le vide et laisse entrer l'air plusieurs fois. Il faut prendre la précaution de ne pas renverser le sens du courant : l'anticathode ne doit rougir que sur un point. M. Molteni projette plusieurs photographies, entre autres celle d'un enfant nouveau-né, obtenue à un mètre de distance. La radiographie d'une main, obtenue pendant la séance, avec une pose de 50 secondes, est également projetée. — M. J. Chappuis est arrivé à réduire notamment le temps de pose dans l'obtention des radiographies. Il maintient le tube de Crookes en relation constante avec la trompe et opère au degré de vide qui, d'après une étude préalable, correspond à la plus grande rapidité de décharge d'un électromètre. On peut ainsi obtenir une photographie de tout objet entièrement opaque en fermant une seule fois le circuit d'une bobine de Ruhmkorff; la radiographie d'une main s'obtient en 1 ou 2 secondes. En prolongeant la pose, on arrive à traverser les os. M. Chappuis a essayé d'obtenir des photographies à travers de gros membres ou même à travers le corps entier. Il s'est adressé d'abord à de petits animaux; l'une des épreuves projetées représente une cobaye femelle, grosse de quatre petits. Il a ensuite radiographié une matrice appartenant à la collection de M. Pinard et qui n'avait jamais été ouverte; on distingue très bien le squelette du fœtus, âgé de sept mois et demi. Enfin on a pu traverser complètement un bassin humain, de façon à apercevoir quelques vertèbres et l'ombre des os. D'autres essais ont porté sur la possibilité de déceler les calculs du reins ou du foie ; les premiers qui contiennent toujours des phosphates, sont opaques, conformément aux résultats de M. Meslans et apparaissent comme une tache blanche sur un fond un peu plus sombre ; les calculs biliaires sont moins opaques que le foie; ils apparaissent comme une tache noire cernée d'une ligne blanche, causée par la présence d'une enveloppe riche en soufre. Il est donc possible de constater avec certitude la présence de ces deux sortes de concrétions. — M. Colardeau observe que l'exagération des dimensions des tubes, à laquelle on a été conduit pour éviter une variation rapide du degré de vide efficace, a plusieurs conséquences fâcheuses : 1° la cathode est grande et par suite la source des rayons X sur la paroi est très étendue, ce qui nuit à la netteté des images; 2° il se produit souvent, de part et d'autre de la cathode, deux centres d'émission des rayons, qui fournissent deux images simultanées. Pour éviter ces inconvénients, M. Colardeau se sert d'une cathode très petite placée à une très faible distance de l'extrémité d'un tube cylindrique dont elle occupe presque toute la section ; ce tube a à peu près les dimensions d'une cigarette. Il porte latéralement une ampoule de volume assez grand pour éviter l'altération trop rapide de l'atmosphère intérieure. Avec cet appareil, M. Colardeau a pu obtenir des radiographies d'une remarquable finesse ; la pointe et le trou d'une aiguille ne présentent aucune pénombre appréciable. C. Raveau.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES

J. Norman Lockyer, F. R. S. : **Sur les gaz retirés du minéral éliasite.** — Ce minéral, chauffé dans le vide, dégage, comme la bröggerite, des gaz dont le spectre montre vers le rouge les lignes suivantes :

Nos	Angström	Rowland
1	6121,2	6122,4
2	6064,5	6065,7
3	5990,0	5991,6
4	5874,9	5875,9 (D_3)
5	5845,7	5846,8
6	5428,8	5429,9
7	5403,1	5404,1

Sur ces lignes, six coïncident très probablement avec des lignes de la chromosphère (les nos 1, 2, 3, 4, 6 et 7). Il est important de noter que toutes ces lignes n'apparaissent pas en même temps; deux échantillons de gaz n'ont pas montré la ligne D_3, mais dans un troisième, tiré du même minéral, D_3 apparut très brillante. En outre, le gaz obtenu en chauffant le minéral à différentes températures, donne des spectres différents. Ceci semble bien indiquer qu'on a affaire à un composé ou à un mélange de gaz. Il faut encore remarquer que les lignes 1 et 2 ont été observées dans les gaz obtenus de la clévéite et la ligne 1 dans ceux tirés de la gummite. L'éliasite renferme donc probablement un nouveau gaz, quelquefois associé à ceux qui se trouvent dans la clévéite. — Dans une autre série d'expériences, l'auteur a examiné les lignes qui se trouvent dans la partie bleue du spectre des gaz de l'éliasite; l'observation était rendue très difficile par la grande quantité d'acide carbonique, d'azote et d'hydrogène qui accompagnaient les gaz étudiés. On a pu déterminer les nouvelles lignes suivantes dont plusieurs sont probablement attribuables au gaz qui donne les lignes de la partie rouge du spectre :

Rowland	Coïncidences
3961,4	α Cygne
4035,2	Eclipse
4078,6	»
4128,3	α Cygne
4131,4	»
4224,0	Eclipse
4255,7	»
4442,5	»

On a observé en outre quelques lignes qui ne coïncident pas avec des lignes célestes. D'importantes variations du spectre se manifestent quand on passe d'un spécimen de gaz à un autre.

T. E. Thorpe, F. R. S. et **J. W. Rodger** : **Sur les relations qui existent entre la viscosité (frottement interne) des liquides et leur nature chimique.** — Les auteurs ont poursuivi leurs précédentes expériences[1] par la détermination de la viscosité d'un grand nombre d'éthers-sels et d'éthers-oxydes. Ces mesures offrent le plus grand intérêt, car elles montrent l'influence qu'exerce l'oxygène sur la viscosité, suivant la façon dont il est associé aux autres atomes dans la molécule, c'est-à-dire suivant qu'il remplit les fonctions d'oxygène d'éther, d'oxygène d'hydroxyle ou d'oxygène de carbonyle. Voici les conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs : 1° Dans des séries homologues, la viscosité augmente avec le poids moléculaire. 2° La viscosité est plus faible pour l'iso-composé que pour l'isomère normal. 3° Entre plusieurs isomères la viscosité est d'autant plus faible que la molécule de l'isomère est plus symétrique. 4° Parmi les éthers-sels isomères, le formate a la plus forte viscosité. — Les résultats obtenus peuvent être représentés algébriquement par la formule :

$$\eta = C(1 + \beta t + \gamma t^2)$$

qui dérive de l'équation de Slotte et donne lieu aux remarques suivantes : 1° Dans chaque série homologue, β et γ croissent avec le poids moléculaire. 2° Parmi les composés isomères, l'iso-composé a le plus petit coefficient. 3° L'éther éthylique, corps symétrique, a des coefficients plus petits que l'éther méthylpropylique, son isomère non symétrique. 4° En ce qui concerne les éthers-sels isomériques normaux, le formate a les plus grands et le propionate les plus petits coefficients, et les valeurs de l'acétate sont plus fortes que celles du butyrate. — Les auteurs ont enfin étudié les rapports qui existent entre les gran-

[1] Voir le compte rendu des précédentes expériences de MM. Thorpe et Rodger dans la *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1894, p. 262.

deurs de la viscosité (coefficient de viscosité, viscosité moléculaire, et frottement moléculaire interne) aux températures d'ébullition et d'égale inclinaison et les valeurs de l'oxygène dans ces mêmes conditions; ils formulent les conclusions suivantes : 1° L'effet que l'oxygène d'éther exerce sur la viscosité d'un liquide est beaucoup plus grand que l'effet exercé par l'oxygène d'hydroxyle ou de carbonyle. 2° La viscosité du formate est excessivement grande comparée à celle des autres éthers, et elle montre que les propriétés exceptionnelles de l'acide formique se continuent dans ses éthers.

2° SCIENCES NATURELLES

H. G. Seeley, F. R. S. : **Recherches sur la structure, l'organisation et la classification des Reptiles fossiles.** *Partie X.* **Sur le squelette complet d'un Reptile anomodonte** (*Aristodemus Rütimeyeri*. Widersheim). — Il provient des grès bigarrés de Reihen, près de Bâle, et fournit une nouvelle preuve des affinités qui existent entre les Anomodontes et les Monotrèmes. L'examen attentif du squelette du fossile, conservé au Musée de Bâle, que Widersheim a décrit en 1878, a conduit l'auteur à voir dans cet animal, non pas un *Labyrinthodon*, mais un reptile anomodonte. Il est le type d'un genre nouveau, le genre *Aristodemus*, apparenté aux genres *Procolophon* et *Pareiasaurus*. Diverses particularités du squelette montrent qu'on n'a pas affaire à un mammifère; mais les ressemblances entre les mammifères Monotrèmes et ce genre nouveau sont plus étroites que celles qui existent entre les Monotrèmes et les autres Anomodontes : elles s'étendent à tous les segments des membres antérieurs et postérieurs. Les points de ressemblance sont presque aussi nombreux, au reste, entre les Anomodontes et les Mammifères supérieurs, qu'entre ces derniers et les Monotrèmes. Aussi, pourrait-on former un groupe des Therapsidés, qui comprendrait les Anomodontes et les Monotrèmes. L'Ornithorhynque est, de tous les Monotrèmes, le plus voisin des Anomodontes; il semble former, avec l'*Aristodemus*, les anneaux de passage d'un sous-groupe à l'autre.

K. Pearson : Contributions à la théorie mathématique de l'Evolution. Note sur la sélection reproductive. — M. K. Pearson a cherché à mettre en lumière l'action d'un nouveau facteur de l'évolution progressive, la sélection reproductive. S'il existe, relativement à un organe quelconque, une différence entre les courbes de variations fournies par les gens mariés de l'un ou l'autre sexe où chacun figure une seule fois et celles fournies par les pères et les mères qui y figurent comme générateurs et chacun en proportion de leur fécondité, c'est qu'il existe une corrélation constante entre la fécondité et cet organe ou cette particularité. Sous l'action de l'hérédité, ce caractère s'accentuera, à moins que ce facteur de l'évolution ne soit entravé dans son action par un facteur antagonique, la sélection naturelle par exemple. L'action de ce facteur sur la taille des femmes en Angleterre et en Danemark a été à la fois de la rendre moins variable et de lui assurer une hauteur moyenne plus grande. Chez l'homme civilisé, du moins, la sélection reproductive semble être un facteur d'importance égale à la sélection naturelle, sinon doué d'une action prépondérante sur celle de la concurrence vitale.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

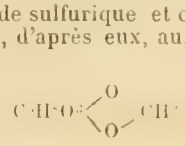
Récentes communications

MM. Frith et Rogers « Sur la vraie résistance de l'arc électrique ». M. Ayrton a montré que si l'on appelle « vraie résistance » d'un arc, le rapport d'un petit accroissement de différence de potentiel entre les charbons à la variation correspondante du courant, cette « vraie résistance » peut devenir une quantité négative. Pour mesurer la « vraie résistance » sans changer d'une façon appréciable la forme des charbons, les auteurs superposent un petit courant alternatif au courant continu. La lampe à arc est réglée à la main, et la longueur de l'arc mesurée en projetant son image au moyen d'une lentille. Le courant continu et la différence de potentiel se mesurent avec un ampèremètre et un voltmètre de Weston, tandis que le courant alternatif auxiliaire se mesure au moyen d'un transformateur à air et d'un voltmètre électrostatique. Dans les limites employées, la grandeur du courant alternatif n'a pas l'influence sur les résultats obtenus pour la résistance de l'arc. La fréquence (qui a varié entre 7 et 250 alternances complètes par seconde), et la forme de l'onde, n'ont aucune influence sur la résistance (on a employé un alternateur de Pyke et Harris, un alternateur Ferranti, un alternateur Gramme, et un transformateur de Mordey). Pour chaque espèce de charbon étudiée, on réalise quatre combinaisons : + creux, — creux; + creux, — plein; + plein, — creux; + plein, — plein. Le caractère général des courbes obtenues est que, pour la combinaison qui consiste à prendre deux charbons pleins pour pôle + et pôle —, la vraie résistance est toujours négative; avec les deux charbons creux, elle est toujours positive. Les autres courbes présentent des caractères intermédiaires entre ces deux extrêmes; celles où le charbon positif est plein sont toujours plus négatives que celles où il est creux. Dans le cas des charbons pleins, pour un courant constant de 10 ampères, on a une valeur minima (un maximum négatif) de la résistance pour une différence de potentiel d'environ 55 volts. Avec des charbons pleins, la résistance n'est pas sensiblement altérée quand on renverse l'arc; avec des charbons creux au contraire, la résistance comme tous les caractères physiques de l'arc sont altérés; l'inversion fait disparaître l'espace obscur, et la résistance diminue considérablement. Si les conditions dans lesquelles l'arc brûle sont telles qu'il n'y ait pas d'espace obscur, l'inversion n'a aucune influence sur la résistance. Pour rendre compte de la différence notable trouvée entre les résultats des auteurs et ceux de M. Ayrton, on a fait une série d'expériences à basses fréquences. Il y a une fréquence critique au-dessus de laquelle la résistance a une valeur positive indépendante de la fréquence, et au-dessous de laquelle elle a une valeur négative; cette fréquence critique est comprise entre 9 et 7,5. Pour rechercher le signe de la résistance à basse fréquence on étudie les vibrations de l'ampèremètre et du voltmètre qu'un arrangement de miroirs permet d'observer simultanément. Il est aisé de voir ainsi, si au même moment les deux aiguilles se déplacent dans le même sens, ou en sens opposé. Si elles se déplacent dans le même sens, c'est qu'un accroissement du courant est accompagné d'un accroissement de différence de potentiel, et la résistance est positive; elle est négative dans le cas contraire. Le sujet donne lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. Gray, Ayrton, Carter, Campbell, Abney.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Récentes communications.

MM. C. F. Cross, E. J. Bevan et **Claud Smith** ont poursuivi leurs recherches sur la constitution de la cellulose des céréales. Ils ont essayé de la saponifier au moyen de l'acide sulfurique et ont obtenu un pentose formique qui, d'après eux, aurait la formule suivante :



— **M. R. G. Durant**, en ajoutant un excès de bicarbonate de sodium ou de potassium à une solution d'un sel de cobalt et en versant ensuite du peroxyde d'hydrogène, a découvert un nouveau composé du cobalt se présentant sous forme de liquide vert et

paraissant contenir un cobaltate ou de l'acide cobaltique H^2CoO^4. La réaction probable est la suivante :

$$CoCO^3+2H^2O^2=H^2CoO^4+CO^2+H^2O.$$

La solution verte prend naissance même en présence des sels de nickel, ce qui peut servir pour la recherche qualitative du cobalt en présence du nickel. — MM. **Thomas Purdie F. R. S.** et **Sidney Williamson** exposent le résultat de leurs travaux sur les propriétés optiques des éthers-sels des acides malique et lactique actifs. — MM. **Frédérick D. Chattaway** et **R. C. T. Ewans** ont réussi à préparer le métadichlorobenzène en partant de l'acétanilide qu'ils transforment en dichloracétanilide 1:3:4, qui, saponifiée, devient dichloraniline. Celle-ci est dissoute dans un excès d'alcool, traitée avec l'acide chlorhydrique, puis diazotée ; à mesure que la température s'élève, par suite de la chaleur de la réaction, le groupe diazoïque est le premier remplacé par l'hydrogène. — **M. U. V. Hartley F. R. S.** : Sur la température de certaines flammes. — Le même auteur publie les résultats très intéressants d'une méthode d'analyse spectrographique. Il a analysé un sou français de 1798, appelé *sou blanc*, en photographiant son spectre. Il a pu déterminer ainsi les métaux qui le composaient et leurs proportions relatives ; puis il a reconstitué synthétiquement l'alliage formant cette monnaie dont voici la composition :

Plomb	13,93 %
Cuivre	72,35
Fer	0,85
Zinc	12,70
	99,83 %

M. Augustus E. Dixon étudie un certain nombre de dérivés halogénés d'addition ou de substitution des thiocinnamines. En mélangeant des solutions alcooliques de dibromopropythiocarbimide et de méthylamine il a obtenu la base suivante :

$$CHBr\begin{matrix}CH^2.S\\CH^2.Az\end{matrix}\!\!>CAzHMe,$$

qui est la μ méthyl-γ- brompenthiazoline. Il a obtenu de même la diméthylallylthiocarbamide. — Le même auteur publie une note sur les dérivés de plusieurs thiocarbimides acides, thiourées et urées. — **M. U. M. Doherty** décrit un nouvel appareil de laboratoire pour la recherche de l'acide borique dans les substances alimentaires.

CORRESPONDANCE

SUR LES TUBES FOCUS EMPLOYÉS EN RADIOGRAPHIE

Au sujet du récent article de MM. Imbert et Bertin-Sans et de la remarquable radiographie qu'ils y ont publiée [1], nous avons reçu une foule de lettres et de documents intéressants. Il nous est impossible d'insérer les épreuves que beaucoup de nos correspondants ont eu l'amabilité de nous adresser. Mais voici deux lettres d'un grand intérêt, l'une de notre collaborateur M. Gouy, de Lyon, l'autre de M. l'abbé J. D. Lucas, de Namur.

LETTRE DE M. GOUY

Dans un article récent, MM. Imbert et Bertin-Sans signalent les avantages des tubes *focus* pour la photographie Röntgen, tout en se plaignant que la source radiante soit de forme annulaire et d'une certaine étendue, ce qui nuit à la netteté.

Je crois utile de signaler aux praticiens ce fait que l'inconvénient en question n'est pas inhérent au système ; je me sers depuis assez longtemps d'un tube focus, où la source radiante a, tout au plus, 3 millimètres de diamètre, ou même 2 millimètres en se bornant aux parties réellement actives. On a ainsi des photographies d'une extrême finesse. En se plaçant presque dans le plan de la lame, on peut réduire la largeur apparente de la source à 0 millim. 03 ; mais cela est surtout utile pour les expériences de Physique, où une source linéaire rend les mêmes services qu'un point sans étendue. C'est ainsi que j'ai fait des photographies très nettes de l'ombre d'un fil de platine de 1/25 de millimètre, placé à 2 m. 50 de la plaque.

Le tube, construit de manière à permettre un réglage précis de la cathode et de l'anode, a été amené, par des tâtonnements successifs, à ce fonctionnement satisfaisant ; je dois noter aussi que le transformateur Tesla me donne seul ces résultats.

Le problème d'une source presque réduite à un point peut donc être résolu : c'est une question de bonne construction et de tâtonnement.

G. Gouy,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Lyon.

[1] Voir dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1896, p. 556 : Radiographie du corps entier d'un enfant.

LETTRE DE M. J.-D. LUCAS

J'ai étudié en détail le rayonnement d'un tube forme poire à cathode légèrement concave. Ce tube étant en activité, on voit, au milieu de la plage fluorescente, un anneau vivement lumineux dont le centre est relativement obscur. C'est bien le cas de M. Imbert.

Or, deux radiographies d'un même objet, prises dans des conditions tout à fait semblables (plaque unique, durée de pose, distance...) m'ont permis de comparer l'intensité actinique de l'anneau lumineux et de son centre obscur, et, chose curieuse, j'ai trouvé que cette plage d'éclat moindre et de surface trois fois plus petite avait une efficacité photographique nettement *plus grande* que la plage annulaire.

Le détail de ces expériences et d'autres analogues a fait l'objet d'un petit mémoire présenté à l'Académie Royale de Bruxelles dans sa séance du 4 avril.

Le fait que je prends la liberté de vous signaler peut avoir son importance. Il montre que la fluorescence et la production des rayons X, ou plus généralement des radiations hyperdiabatiques, ne sont pas aussi intimement liées qu'on est généralement tenté de le croire.

L'hypothèse géniale de M. H. Poincaré pourrait être vraie — pourtant, M. Léa vient de la trouver en défaut [1] ; — il ne s'ensuivrait pas encore que sa réciproque fût nécessaire : c'est-à-dire qu'il n'y aurait de radiations hyperdiabatiques que là où il y a phosphorescence. Effectivement, les recherches de M. Becquerel nous ont fait reconnaître de ces radiations dans les sels uraneux dépourvus de tout pouvoir phosphorescent.

J.-D. Lucas,
Professeur de Physique
au Collège N.-D. de la Paix (Namur).

Dans le même ordre d'idées, M. le Dr F. Bordas, du Laboratoire de Chimie de la Préfecture de police, nous indique que M. J. Ogier a présenté, à une récente séance de la Société de Médecine légale, un certain nombre d'épreuves photographiques représentant des fœtus à différents âges, chez lesquels on pouvait constater des faits intéressants se rapportant aux points d'ossification ou à des fractures des os.

[1] *American Journal of Science*, mai 1896.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17. *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier

7e ANNÉE N° 15 15 AOUT 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

661
667

LES INDUSTRIES CHIMIQUES NORMANDES A L'EXPOSITION DE ROUEN

PRODUITS CHIMIQUES ; INDUSTRIES DU BLANCHIMENT, DE LA TEINTURE ET DE L'IMPRESSION DES TISSUS

L'Exposition de Rouen offre l'inconvénient, commun à beaucoup d'expositions, d'être uniquement disposée pour les yeux, sans souci de renseigner le public sur les procédés généraux de fabrication, les appareils employés, l'utilisation et les débouchés des produits exposés.

Les produits chimiques disposés avec art, dans des vitrines bien décorées, sont représentés par des échantillons que leur banalité même rend peu intéressants : sel marin, cristaux de soude, sulfate de soude, chlorure de chaux, etc., etc. ; à côté sont d'élégants flacons avec des étiquettes : acide sulfurique, acide chlorhydrique...

Pour les tissus teints et imprimés, même remarque : les étoffes sont drapées avec soin; les couleurs chatoyantes flattent agréablement l'œil. Et c'est tout. Quant à mettre les noms des colorants employés ou indiquer le genre de la fabrication : couleurs, vapeurs, enlevages, réserves, etc., les exposants n'en ont eu nul souci.

Même silence sur l'importance de l'usine, sa production, le nombre de ses ouvriers, ses prix de vente. Y a-t-il donc vraiment inconvénient à rendre publics des renseignements que *tous les concurrents intéressés connaissent ?* Généralement, le jury en reçoit la confidence et, quelques années après, on trouve dans les Rapports officiels des détails qu'il eût été agréable de voir figurer à l'Exposition même et qui, pour le public, eussent été autrement instructifs que la vue d'un flacon ou d'une pièce de coton imprimé.

L'attrait des expositions serait singulièrement augmenté le jour où, rompant avec la tradition, l'on s'efforcerait, dans la mesure du possible, de faire d'une exposition un vaste champ de fructueuses études, en disposant logiquement les produits exposés, réunissant les matières premières aux machines qui les mettent en œuvre et plaçant celles-ci à côté des produits fabriqués. On nous promet cette disposition pour 1900; espérons, mais sans confiance aveugle.

Dans cet article, nous nous bornerons à examiner l'état actuel des industries normandes relatives à la fabrication des produits chimiques et à l'emploi de ces produits au dégraissage, au blanchiment, à la teinture, à l'impression et aux apprêts des textiles et tissus divers de la région normande.

I. — Industries chimiques

§ 1. — Acides, bases et sels.

La grande industrie chimique est représentée à l'Exposition par les importants établissements

Malétra, dont la principale usine est située à Petit-Quevilly près Rouen. Cette usine fabrique les acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique, la soude, les chlorures décolorants, divers sels, etc.

L'exposition de ces produits ne montre rien qui ne soit connu, comme l'acide sulfurique à diverses concentrations : à 92-93 °/₀, SO^4H^2 (66°B.) pour les emplois ordinaires, à 94 °/₀ pour la préparation du superphosphate, à 96 °/₀ pour quelques emplois particuliers et, enfin, à 100 °/₀ (monohydraté) pour l'industrie des couleurs. Ce dernier acide n'a pas réalisé les espérances que sa préparation avait fait concevoir, le prix très bas de l'anhydride sulfurique permettant de préparer économiquement des acides renfermant des quantités variables de SO^3 et plus énergiques dans leur action que l'acide monohydraté.

L'acide chlorhydrique est toujours fabriqué par l'ancien procédé : rien n'indique, à l'Exposition, l'existence des nouvelles méthodes électrolytiques en Normandie : mais les établissements Malétra ne se désintéressent pas, paraît-il, de ces procédés de l'avenir qui n'attendent que des prix de revient plus favorables pour se développer. Toutefois, on peut se demander si les conditions économiques de la région rendront possible à Rouen l'application de ces procédés.

La soude et ses dérivés, carbonates, sulfates, n'offrent rien de particulier ; ils sont obtenus par l'ancien procédé de Nicolas Leblanc. Le soufre des charrées n'est pas récupéré.

Comme produits dont l'emploi augmente constamment, nous citerons l'acide borique et les borates. La matière première de ces produits est le *borate de chaux* d'Asie Mineure qui a remplacé la *boronatrocalcite* du Chili.

Les autres produits exposés : chlorures de zinc, d'étain, de chaux sec et liquide, le sulfite, bisulfite et hyposulfite de soude, les sulfates de fer, de zinc, etc., le chloral, le sélénium extrait des pyrites, n'offrent rien de particulier ni de nouveau.

A côté de l'exposition Malétra, se trouve celle de la Société du Cobalt, compagnie filiale de la précédente. C'est là une industrie nouvelle dont la région est redevable à l'énergique administrateur de la maison Malétra, M. Knieder. Malgré une concurrence étrangère acharnée, cette industrie du cobalt se développe et il est permis d'espérer qu'elle triomphera des difficultés sans cesse renaissantes que lui suscitent ses concurrents.

Les minerais traités proviennent de la Nouvelle-Calédonie et renferment 2 à 3 °/₀ de cobalt et un peu de nickel. Ce dernier n'est extrait que comme résidu de la purification du cobalt. La Société du Cobalt expose une belle collection des principaux sels de ce métal : oxyde noir, phosphate, sulfate, nitrate, nitrite de Co et de K (jaune de cobalt), silicate (bleu de cobalt), etc.

De tous ces corps, le plus employé est l'oxyde noir, qui sert à la préparation des émaux bleus utilisés en céramique, et dont quelques spécimens se trouvent dans la vitrine. On en fait usage aussi pour blanchir la pâte jaunâtre des faïences, comme on blanchit par azurage la pâte à papier ou le sucre. L'émaillage bleu des métaux, vaisselle, laques indicatrices, etc., en absorbe aussi une grande quantité.

Les sels de cobalt et de nickel commencent à être employés, comme mordants, en teinture et en impression.

Comme autres produits chimiques de la région, nous signalerons les produits de la distillation du bois, fabriqués par MM. Decaen et fils à Deville-lès-Rouen.

D'autres établissements importants ont exposé, mais ne sont pas de la région.

§ 2. — Engrais chimiques.

L'établissement Malétra, comme Saint-Gobain et d'autres maisons de premier ordre, ont donné à la vente des engrais chimiques une vigoureuse impulsion, en s'attachant à faire disparaître la défiance des agriculteurs, défiance bien compréhensible, en présence des fraudes scandaleuses auxquelles a donné lieu le commerce des engrais. Actuellement, grâce aux syndicats et à ces maisons d'une indiscutable honnêteté, le mal disparaît petit à petit. On estime à 800.000 tonnes environ la consommation annuelle de la France en engrais chimiques, et cette consommation ne représente encore qu'une faible partie de la quantité qui serait nécessaire pour amender convenablement l'ensemble des terres cultivables dans le pays.

Les établissements Malétra importent directement le nitrate de soude et les phosphates et préparent des superphosphates. Tous ces engrais sont vendus d'après leur richesse en azote ou en acide phosphorique, laquelle est garantie sur facture, ce qui est une garantie pour l'acheteur.

Saint-Gobain, qui livre annuellement 400.000 tonnes d'engrais, a aussi une exposition spéciale d'engrais ; dans une brochure remise au public, on trouve les divers modes d'emploi des engrais selon le genre de culture. C'est un excellent moyen de propagande ; toutefois, il est regrettable de trouver dans cette notice des affirmations hasardées comme celle-ci : *l'analyse des terres est inutile.* Et, cependant, à la même page, on demande aux cultivateurs, d'indiquer, pour leurs commandes, si leur terre est calcaire, argileuse ou siliceuse. Sans doute, l'analyse chimique de la terre est insuffisante et il faut y joindre l'analyse du sol par la

plante elle-même, mais de là à la considérer comme inutile, il y a loin. Certains modes d'emploi indiqués ne sont pas non plus exempts de critique.

§ 3. — Savons et bougies.

L'industrie des savons et bougies est surtout localisée à Elbeuf, où les fabriques de draps utilisent ses produits. Deux maisons importantes de cette ville exposent des savons et des bougies: ce sont MM. Perré et fils, et M. Maubec.

Rouen possédait, autrefois, des fabriques de savon de Marseille; elles ont disparu; la savonnerie des Chartreux (Lacour et Hofman) seule subsiste, elle s'est consacrée aux savons de toilette.

§ 4. — Matières colorantes.

Au point de vue régional, une seule petite usine serait à citer, celle de M. Steiner à Vernon, qui expose quelques couleurs azoïques et diverses matières premières assez impures. Mais cette industrie des matières colorantes touche de trop près d'autres industries rouennaises pour que nous ne disions pas quelques mots de ses produits.

La maison Poirrier soutient vaillamment la concurrence contre les produits allemands, et, si elle n'arrive pas à un résultat aussi brillant qu'on le souhaiterait, il serait injuste d'en faire retomber la faute entièrement sur elle. Sans doute, les Allemands sont supérieurement outillés au point de vue commercial et leurs agents montrent une habileté et une souplesse que l'on se plairait à rencontrer chez nos commerçants, qui doivent faire appel à toutes leurs facultés pour lutter avec avantage dans la mêlée moderne des intérêts. Mais, dans l'industrie des couleurs, il faut encore autre chose : la science, et c'est là qu'apparaît encore notre infériorité. Il serait trop long d'exposer les causes qui ont porté nos voisins d'outre-Rhin à la tête de beaucoup de fabrications; nous en indiquerons une qui rentre plus spécialement dans notre cadre : c'est l'alliance féconde de la science et de l'industrie. Alors qu'en France la science officielle semble se désintéresser des choses industrielles et que, réciproquement, beaucoup de manufacturiers ont pour la science une estime médiocre, nous voyons, en Allemagne, des savants éminents aider de leur savoir des usines qui, de leur côté, mettent leurs puissants moyens d'action à la disposition des laboratoires.

En France, autrefois, il en était ainsi. Les Gay-Lussac, les Pelouze, les Peligot ne croyaient pas s'abaisser en étant les chimistes de grandes manufactures. Par leurs glorieux travaux scientifiques, ils soutenaient le renom de la France intellectuelle, en même temps que leurs recherches techniques contribuaient à maintenir notre industrie nationale au premier rang. Aujourd'hui, cette bienfaisante alliance semble, en bien des points, rompue; c'est profondément regrettable.

Parmi les matières premières exposées par la maison Poirrier, on remarque de la benzine débarrassée de thiophène par une réaction brevetée, qui consiste à distiller le carbure sur du chlorure d'aluminium (procédé Haller). A côté des couleurs anciennes, qui sont toujours employées, on trouve quelques nouveautés doublement intéressantes pour la région, puisque ce sont des couleurs pour impression appelées *naphtines* (nitroso-naphtol sulfité). Ces couleurs sont polygénétiques et colorent les mordants en nuances différentes, solides à la lumière et au savon.

Un produit un peu plus ancien, mais tout aussi intéressant, est la *nigrisine* d'Ehranann, qui donne, en teinture et en impression, de jolis gris variés. Le *noir Vidal* et la *thiocatéchine* sont destinés à la teinture du coton non mordancé.

Deux maisons allemandes seulement sont représentées par leurs commissionnaires français : ce sont MM. Ruch et fils qui exposent les couleurs directes de l'*Actiengesellschaft*, de Berlin, et la *Manufacture lyonnaise* de matières colorantes, qui a disposé, dans une élégante installation, les couleurs brevetées de MM. Cassella et Cie de Francfort, en particulier les couleurs diamines et les couleurs azoïques, rediazotables sur fibres, lesquelles offrent un intérêt assez grand pour la teinture.

Le Havre doit à sa situation de port d'importation d'avoir localisé l'industrie des extraits de bois de teinture, industrie représentée à l'Exposition par deux maisons bien connues : Boëz, Langlois et Cie, du Havre, et Hailard et Cie, dont les usines sont à Suresnes, au Havre et à Saint-Denis-des-Murs (Haute-Vienne). La maison Hortoloup, à Bapeaume-lès-Rouen, expose des laques et précipités colorés, ainsi que des huiles et mordants pour la teinture.

II. — Industrie du coton.

§ 1. — Blanchiment.

Outre les fabriques d'indiennes qui blanchissent les pièces de coton qu'elles impriment, il existe à Rouen trois établissements qui font uniquement le blanc fleur. Leur principal client est l'Algérie, qui consomme d'énormes quantités de tissus de coton blanchi ou écru et apprêté. Mais les prix de façon payés sont en raison inverse du nombre de pièces, c'est-à-dire très bas. Ce bas prix devrait inviter les blanchisseurs à produire le plus économiquement possible et à rechercher s'il ne serait pas avanta-

geux d'employer les nouveaux procédés rapides, comme celui de Horace Kœchlin et Mather Platt, ou les procédés électrolytiques, ou simplement le vitriolage (passage en acide sulfurique dilué, puis chlorage).

Il ne semble pas que les blanchisseurs rouennais soient entrés dans cette voie. Toutefois, M. Schultz, de Darnétal, le seul qui ait exposé, lessive « à la continue » en soude caustique; sa production, 5 à 600 pièces par jour, est presque exclusivement consacrée à l'Algérie. Il n'est donc pas étonnant que son blanc, peu payé, paraisse inférieur à celui de la grande usine de Thaon, dont la réputation n'est plus à faire et que dirige avec tant d'habileté M. Lederlin. La vitrine de cette maison offre un ensemble remarquable, tant au point de vue des blancs en pièces que de la teinture en uni pour la doublure.

§ 2. — Teinture des filés.

La teinture fut une industrie rouennaise par excellence. Il y a une vingtaine d'années, une quarantaine de teinturiers produisaient à eux seuls les 4/5 des filés teints consommés en France; leur production journalière s'élevait à environ 20 à 25.000 kilogrammes. A cette époque, le matériel mécanique n'existait pour ainsi dire pas, les couleurs, peu variées, se faisaient à l'indigo et à la garance, et ne sortaient guère du noir, du rouge et des violets, auxquels s'ajoutaient les jaunes et orangés de chrome, le cachou et quelques couleurs d'aniline basique. La mode exigeait alors de la solidité, et les prix élevés payés pour la teinture (de 1 franc à 6 francs le kilogramme) permettaient aux teinturiers de se laisser vivre tranquillement, en suivant les antiques errements des ancêtres. Mais voici que les progrès succèdent aux progrès et que les découvertes chimiques bouleversent toute l'industrie. Les matières premières tombent à des prix extraordinaires : la soude, de 80 francs à 12 francs les 100 kilogrammes; l'alizarine, de 30 francs le kilogramme à 2 francs, et pour tout de même. Les couleurs nouvelles inondent le marché, amenant avec elles de radicales transformations dans les anciens procédés de teinture.

La mode s'en mêle. Sans trop se préoccuper de la solidité, elle veut du brillant, du neuf et surtout du bon marché. La main-d'œuvre ne variant pas, il faut demander à la mécanique une rapidité de travail inconnue jusque-là; il faut étudier les nouvelles méthodes, apprendre à les appliquer. Mais elles demandent des connaissances scientifiques étendues, exigent une sûreté d'exécution que ne possèdent pas les vieux teinturiers, toujours attachés à leurs anciennes recettes transmises de père en fils. En un mot, il faut secouer la routine et marcher de l'avant. C'est trop demander à la plupart des teinturiers rouennais; au lieu d'affronter virilement la lutte, le plus grand nombre préfèrent fermer boutique. Aujourd'hui, ils sont une douzaine qui produisent autant que leurs devanciers; mais il n'en est pas moins vrai que, sauf quelques rares exceptions, ils travaillent uniquement pour la région. Leur clientèle extérieure n'existe plus, elle a disparu, enlevée par d'autres teinturiers plus habiles et plus novateurs.

Pour être juste, il faut ajouter que la tendance, de plus en plus grande, chez les fabricants et les tisseurs, d'être leurs propres teinturiers, surtout lorsqu'ils sont éloignés du centre de production, et la facilité d'application des couleurs substantives, sont également des causes qui ont amené la réduction de la teinture dans les usines spécialisées.

Parmi les teinturiers qui exposent, un seul présente des nouveautés dans sa vitrine : c'est M. Blondel, de Saint-Léger-du-Bourg-Denis, établi seulement depuis une dizaine d'années. Son exposition comprend, outre les couleurs classiques d'alizarine et autres, de beaux échantillons de couleurs azoïques formées sur la fibre : grenats d'α-naphtylamine, bleu de dianisidine et, en particulier, le rouge éclatant de paranitraniline, dont l'emploi va sans cesse grandissant. Mais son application demande un peu de savoir et une certaine habileté, choses assez rares à Rouen, paraît-il, puisque, sauf M. Blondel, aucun teinturier n'a exposé cette couleur, qui date cependant de plusieurs années.

Les autres teinturiers n'ont que des choses connues. M. Coron expose des filés de coton, de lin et de la ramie; mais cette dernière, en cet état, n'a plus l'éclat qu'elle possède au peigné et qui avait fait naître tant d'espoir pour son emploi. La vitrine de M. Miray renferme une belle série de couleurs sur filés et aussi sur chaîne. MM. Belzer et Daniel Fauquet, à côté de leurs échantillons de filés, ont mis les différents produits résultant de la régénération du chrome des bains de teinture par le procédé, très ancien et bien connu, qui consiste à précipiter l'oxyde de chrome et à le calciner avec la chaux.

M. Lecœur, pas plus que les précédents, ne présente de nouveautés.

§ 3. — Impression.

Quand l'annexion de l'Alsace à l'Allemagne amena l'émigration d'un certain nombre d'industries, on pensa que la Normandie prendrait en France la première place pour l'impression. L'occasion était propice à tous les points de vue, capi-

taux, encouragements, etc. Comment et pourquoi n'a-t-elle pas abouti? S'il y eut un effort tenté, il ne fut certainement pas continué, car la concurrence, toujours à l'affût, a monté, il y a une dizaine d'années, à Épinal un magnifique établissement (Bœringer et Zurcher) qui, aujourd'hui, possède 30 machines à imprimer, et l'on installe actuellement à Remiremont une nouvelle usine d'impression.

Si les indienneurs rouennais, au lieu de suivre lentement ce mouvement, en avaient pris la tête, s'ils avaient su attirer et garder la clientèle dans leur centre, l'établissement d'Épinal ne se fût pas monté. Mais on n'arrête pas la concurrence en achetant des usines pour les démolir. On ne réussit qu'à amoindrir l'importance industrielle de la région.

Aujourd'hui, la Normandie possède seulement 75 machines à imprimer, alors que l'on en compte 130 en Alsace[1].

Sans doute, les imprimeurs rouennais ont réalisé d'importants progrès depuis quelques années, mais leur point faible, et nous y insistons dans leur intérêt, c'est, au lieu d'inventer ou de susciter des nouveautés, de les adopter seulement après qu'elles ont paru et souvent longtemps après. Cela ressort de leur exposition, qui n'offre aucune nouveauté et où ne figure aucune fabrication nouvelle, comme celle des enlevages à l'albumine sur tissu tamisé et teint en couleur d'aniline, ou des enlevages colorés sur tissu mordancé au chrome et teint, fabrications qui datent déjà de deux ans.

La maison Laveissière et Chamont (anciennement Girard et Bardin) offre une exposition pleine d'intérêt.

Les indienneries françaises de Bolbec ont une installation peu réussie.

L'établissement Kettinger a exposé quelques spécimens du genre Prud'homme et des réserves sous caroubier à l'α-naphtylamine, ce qui est une nouveauté pour Rouen; mais ses blancs sont encore imparfaits, le bleu est verdâtre et le jaune est orangé.

M. Stackler expose d'étranges étoffes brodées de perles, d'un goût spécial. M. Mills, qui a fondé une nouvelle usine à Darnétal, s'est consacré à la fabrication des genres bon marché.

Une exposition qu'il faut citer à part et qui sort de l'ordinaire, est celle de M. Besselièvre. Elle est de beaucoup supérieure à celles de ses confrères et de tout premier ordre. Habilement composée comme dessins et comme coloris, elle offre un aspect séduisant pour l'œil et fait honneur à celui qui l'a installée. La maison Besselièvre est celle qui montre le plus de goût et est le plus en progrès.

§ 4. — Apprêts.

Les apprêts jouent un grand rôle dans l'industrie des tissus, et il ne suffit pas qu'une étoffe soit bien tissée ou bien imprimée pour être marchande, il faut encore qu'elle soit bien apprêtée pour flatter le client. Aux étoffes minces, on donnera de « la main », par l'emploi de parements, dont on fera disparaître la raideur à l'aide de différents moyens mécaniques appropriés. Les tissus teints ou imprimés acquerront l'aspect de la soie à l'aide du cylindrage et du butlage. Le gaufrage permettra d'obtenir de jolis effets à bon compte.

L'apprêt des rouenneries occupe plusieurs usines, dont une seule est représentée : celle de M. Aubert. Les indiennes sont généralement apprêtées dans l'usine même; toutefois, les apprêts spéciaux, comme le gaufrage qui exige un matériel coûteux, sont exécutés par des maisons spéciales. A Rouen, cette industrie est exercée par M. Wallon, qui expose des spécimens intéressants de l'article gaufré pour la reliure, article pour lequel nous étions jusqu'ici tributaires de l'Angleterre. M. Wallon expose, en outre, des tissus teints en uni, quelques impressions et des tissus lainés ou grattés.

L'importante maison Volland, de Lyon, qui a, pour ainsi dire, le monopole du gaufrage des articles de luxe, a aussi une belle exposition, mais elle n'appartient pas à la région.

III. — Industrie de la laine.

Comme tant d'autres industries, la fabrication des draps de laine a subi, dans ces dernières années, de profondes transformations, dont le contre-coup s'est fait sentir dans les anciens centres de production. En Normandie, à côté de Lisieux et de Louviers, Elbeuf est le centre le plus célèbre et le plus renommé pour ses draps de laine cardée. En 1860, cette ville comptait 250 fabricants, grands, moyens et petits. Un certain nombre ne faisaient chez eux pour ainsi dire que l'échantillonnage et dépendaient, partiellement ou totalement, pour le reste de la fabrication, d'une foule de façonniers, dégraisseurs et teinturiers de laine brute, filateurs, ouvriers tisserands répartis dans les campagnes environnantes, foulonniers, dégraisseurs, apprêteurs pour le tondage, le lavage, le décatissage, le pressage.

Aujourd'hui la grande industrie a modifié cette

[1] Il existe environ 3.700 machines dans le monde entier, dont 1.200 en Angleterre, 300 aux Etats-Unis, 800 en Russie, 250 en Allemagne, 200 en Autriche, 125 en France, etc.

façon de travailler, la concurrence l'a obligée à perfectionner et à concentrer davantage sa fabrication. Les maisons qui ont résolument abordé la lutte — on souhaiterait les voir plus nombreuses — ont réuni chez elles la plupart des branches multiples de la confection du drap, et, maîtresses de leur travail, elles peuvent surveiller elles-mêmes la coordination comme la bonne exécution des opérations qui se font suite et dépendent les unes des autres.

Malgré l'effort méritant de quelques industriels d'Elbeuf, cette place s'est vivement ressentie du développement de l'industrie lainière dans le Nord. Aujourd'hui elle ne compte plus qu'une soixantaine de fabricants, et, bien qu'à eux seuls ils produisent autant que les 250 de 1860, il n'en est pas moins vrai que cette production, restée stationnaire pendant 20 ans, si on la compare à celle sans cesse grandissante de Roubaix et de Tourcoing, a bien besoin d'être relevée.

Le Nord a développé surtout la production de la laine peignée et celle des articles bon marché. Elbeuf a aussi abordé les articles en laine peignée ; mais une bonne partie de sa fabrication est restée en laine cardée, qui a fait sa réputation et dont le travail exige un tour de main particulier, des apprêts longs, minutieux, trop coûteux pour les industriels du Nord, qui cherchent avant tout le bas prix.

Dans la haute nouveauté, où domine aujourd'hui la laine peignée, grâce à son bon goût et à ses façons soignées, Elbeuf a conservé son renom, bien que les Anglais lui aient fait une concurrence acharnée. Mais quelques industriels, en n'hésitant pas à reconstruire leurs usines et à les munir des métiers les plus perfectionnés, ont réussi à soutenir la vieille réputation.

Les industriels elbeuviens et quelques maisons de Louviers ont envoyé à Rouen une exposition collective des plus intéressantes ; naturellement la plus grande partie est consacrée à la nouveauté. Cependant on y trouve des draps teints en uni ; l'exposition de MM. Blin et Blin est particulièrement remarquable, par ce fait que ces industriels sont les seuls à Elbeuf qui teignent eux-mêmes leurs produits.

Installés dans cette ville après la guerre, MM. Blin et Blin sont à la tête du mouvement, et leur activité, toujours en éveil, a amené un courant nouveau dans la vieille cité drapière. Ils ont introduit les premiers à Elbeuf la fabrication du drap de dames, pour lequel le marché français était en partie tributaire de l'étranger, puis celle du drap de troupe, des flanelles genre Reims.

Citons encore MM. Fraenkel Blin, dont le très important établissement rivalise avec celui de MM. Blin et Blin, et qui font à la fois du drap noir, du drap de troupe, des peignés, et des étoffes de laine pour dames.

Sauf MM. Blin et Blin qui teignent eux-mêmes, tous les autres fabricants font teindre à façon. Bien qu'aucun teinturier n'ait exposé, nous nous ferions un scrupule de ne pas citer ici le nom des habiles teinturiers MM. Monpain et Saint-Rémy, dont l'établissement est un des plus importants d'Elbeuf, ainsi que celui de MM. Tassel et Blay et celui de MM. Blay frères.

La même différence signalée entre les produits du Nord et ceux d'Elbeuf se retrouve dans la teinture de ces deux centres : les Elbeuviens ne consomment que des couleurs d'alizarine grand teint, les Roubaisiens absorbent énormément de couleurs petit teint. Chose curieuse, il paraît que Roubaix n'est pas encore arrivé à égaler la solidité de la teinture d'Elbeuf, et le Nord envoie teindre dans cette ville ses articles grand teint.

Les principales couleurs employées sont la céruléine, le brun d'anthracène, les bleus d'alizarine et d'alizarine cyanine, le noir d'alizarine cyanine, plus solide que la naphtazarine ; et, en moindre quantité, le noir naphtylamine, quelques ponceaux et orangés, etc. La consommation des couleurs, pour Elbeuf, est estimée à 5 ou 600.000 francs.

Naturellement, ces couleurs sont employées en mélange : l'indigo forme le pied de beaucoup de nuances, auxquelles il donne une grande solidité ; c'est ainsi que la céruléine sur indigo est plus résistante qu'employée seule.

IV. — Conclusion.

En résumé, l'Exposition de Rouen ne montre pas les industries régionales sous un jour bien favorable ; mais il est possible qu'elle ne représente pas l'état exact de ces industries, car tout industriel n'aime pas montrer ce qu'il a de neuf. Toutefois, il semble bien que la Normandie et Rouen en particulier ne tiennent plus la place prépondérante qu'elles occupaient autrefois. Sauf les très honorables et trop peu nombreuses exceptions indiquées, on peut dire qu'en général l'industriel normand est routinier par tempérament ; il lui manque ce qui fait le succès : une instruction scientifique suffisante, l'audace, jointes à l'initiative et à la persévérance.

Peut-être trouvera-t-on sévères les appréciations qui précèdent, mais ne vaut-il pas mieux montrer les points faibles de nos industries nationales que de les dissimuler sous des compliments trompeurs?

Léon Lefèvre,
Préparateur de Chimie
à l'Ecole Polytechnique.

633

L'ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE DE LA BETTERAVE EN FRANCE

DEUXIÈME PARTIE : BETTERAVE DE DISTILLERIE ET BETTERAVE FOURRAGÈRE

I. — Betterave de distillerie.

Les développements dans lesquels nous sommes entrés pour la betterave à sucre[1] nous permettront d'être brefs en ce qui concerne la betterave de distillerie. Ces deux cultures présentant d'ailleurs beaucoup d'analogie, nous nous contenterons de signaler les points culturaux essentiels qui les différencient.

C'est vers 1855, alors que le fléau foudroyant de l'oïdium sévissait sur la vigne, que l'initiative féconde de M. Champonnois a créé la distillerie agricole de betteraves. Depuis lors, cette industrie a pris une grande extension dans notre pays, car, tandis qu'en 1887 on comptait en France environ 160 distilleries de betteraves, en 1894, — moins de dix ans après, — 300 environ étaient en activité, sur un chiffre total de 438 ; c'est-à-dire que la distillation des betteraves l'emporte de beaucoup — tout au moins comme nombre d'usines — sur la distillation des mélasses, des grains et des pommes de terre.

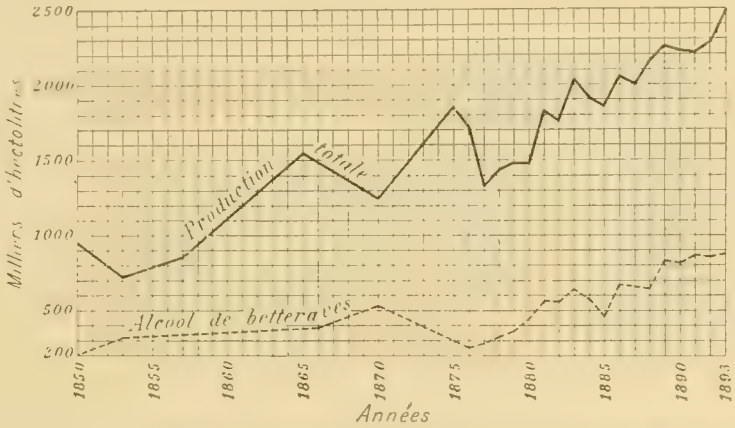


Fig. 1. — *Graphique montrant la production totale de l'alcool de 1850 à 1893 et la proportion d'alcool de betteraves.*

C'est surtout dans le département du Nord que l'industrie de l'alcool de betteraves a une grande importance. En 1894, ce département possédait, à lui seul, 76 distilleries de betteraves ; ensuite viennent Seine-et-Oise avec 47 usines, le Pas-de-Calais avec 44, Seine-et-Marne avec 38, l'Oise avec 25 et l'Aisne avec 13 distilleries de betteraves. Il est à noter, toutefois, qu'un certain nombre de ces usines alcoolisent à la fois des betteraves et des mélasses, quelques-unes même y ajoutent des grains. En 1890 sur une production totale de 2.171.290 hectolitres d'alcool, la betterave a fourni 800.982 hectolitres ; dans ce chiffre, le département du Nord a fourni, à lui seul, 379.007 hectolitres d'alcool de betteraves.

Le diagramme de la figure 1 donne pour la France, depuis 1850, la production comparée de l'alcool total et de l'alcool de betteraves.

La statistique ne sépare pas la betterave de distillerie de la betterave à sucre ; aussi les renseignements précis font-ils défaut à ce sujet ; cependant, pour le département du Nord, sur une production totale de 18.149.250 quintaux métriques de betteraves industrielles cultivées en 1894 sur 54.859 hectares, la betterave de distillerie comprend 11.277 hectares ayant produit au total 5.074.650 quintaux métriques. Il est, d'ailleurs, à remarquer que, dans la région du Nord, il arrive très souvent, surtout depuis quelques années, que des betteraves, primitivement destinées à la sucrerie, sont livrées aux distillateurs par suite de l'insuffisance de leur richesse saccharine.

§ 1. — Culture.

Comme nous l'avons déjà dit, les racines destinées à l'alcoolisation sont des variétés intermédiaires, moins riches en sucre, mais donnant un poids à l'hectare plus élevé. Ici l'agriculteur peut s'écarter à la rigueur des assolements pratiqués pour la betterave à sucre : la racine peut venir après le trèfle, même sur défrichement, et, en général, sur les terres bien fumées, car l'excès d'azote, si préjudiciable à la betterave de sucrerie, a beaucoup moins d'inconvénients pour les produits destinés à faire de l'alcool.

Suivant la remarque de MM. Fritsch et Guillemin, comme les petites distilleries agricoles n'exigent pas de cultures aussi étendues que les fabriques

[1] Voyez dans la précédente livraison (*Revue* du 30 juillet 1896, t. VII, pages 633 et suivantes) la première partie de ce travail, qui traite des diverses variétés de betteraves, du choix et de l'adaptation des races, et qui expose, en particulier, l'état actuel de la culture de la betterave à sucre.

de sucre, le danger de cultures trop uniformes n'existe pas pour elles, et la succession des récoltes peut facilement être pratiquée d'une façon rationnelle. Par suite, l'agriculteur-distillateur aura la faculté de n'ensemencer de betteraves que là où le succès sera assuré ; son propre intérêt lui commande de ne pas cultiver betteraves sur betteraves ; de penser que la betterave est une mauvaise récolte antécédente pour le blé d'hiver, que le seigle, semé à temps après la betterave, réussit toujours mieux que le blé, que la betterave réussit bien après la pomme de terre, enfin qu'il vaut mieux n'ensemencer la betterave sur une même terre que tous les quatre ans, pour se mettre plus sûrement à l'abri des insectes parasites de cette racine [1].

Dans les expériences faites en 1892 et 1893 à Melun, par MM. Brandin et Vivier, sur l'action des trois éléments azote nitrique, acide phosphorique et potasse, sur la betterave de distillerie, ces expérimentateurs ont observé que l'azote nitrique a exercé une influence progressive et très nette sur le rendement en poids, et, même employé à fortes doses, il n'a pas eu sur la richesse une action trop dépressive. L'acide phosphorique, sous forme de superphosphate, n'a eu aucune influence sur le rendement en poids et il n'a pas eu sur la richesse de la betterave toute l'action bienfaisante qu'on se croyait en droit d'espérer; enfin, la potasse n'a donné ni supplément de poids, ni augmentation de richesse.

Dans la région du Nord, on distribue de préférence à la betterave de distillerie des engrais organiques azotés et plus particulièrement des tourteaux, voire même du guano de poisson, notamment en Belgique.

Les racines de distillerie étant plus volumineuses que celles de sucrerie, on laisse le plus souvent un grand écartement sur les lignes et entre les lignes.

Les soins d'entretien ne diffèrent que fort peu; cependant, en général, on multiplie moins les sarclages.

Pas plus que la betterave de sucrerie, la betterave de distillerie n'est à l'abri des accidents et maladies parasitaires que nous avons mentionnées dans la première partie de cet article; les racines nématodées surtout semblent exercer une action défavorable sur le travail de la distillerie. A ce sujet, M. E. Kayser, directeur de la Station œnologique du Gard, a observé que les racines atteintes par ce parasite sont beaucoup plus riches en acide oxalique que les racines saines; l'auteur attribue à ce fait les mauvaises fermentations dont se plaignent depuis quelques années les distillateurs.

[1] BRIEM : *Die Rubenbrennerei.*

M. Kayser a trouvé, pour 100 de racines sèches, les résultats suivants (tableau I) :

Tableau I. — Composition des racines saines et nématodées.

	SAINES	NÉMATODÉES
Sucre	71.84	53.67
Acide oxalique soluble dans l'eau	0.07	0.11
— insoluble —	0.04	0.09
Chaux	7.96	6.03
Potasse	40.91	30.13
Soude	13.33	22.74

Comme on le voit, les racines atteintes contiennent une forte proportion d'acide oxalique; elles sont également plus riches en soude que les racines saines et notablement plus pauvres en potasse et en sucre. Or, des expériences directes ont montré à M. Kayser que l'acide oxalique peut être très nuisible à la fermentation :

J'ai, dit-il, fait séjourner une levure de distillerie dans des solutions de 1 %, 3 et 5 % d'acide oxalique pendant 1, 3 et 7 heures; je l'ai ensuite ensemencée dans un milieu approprié comparativement avec la même levure non traitée; il y a eu partout des retards allant en augmentant et avec la durée de séjour et avec la concentration. C'est ainsi qu'un séjour de 7 heures dans la solution à 1 % a retardé la fermentation de 48 heures, le séjour de 3 heures dans la solution à 3 % de 100 heures; les levures ayant séjourné dans les solutions à 3 % et 5 % pendant 7 heures n'étaient pas encore parties après 125 heures, elles sont probablement mortes; l'effet est donc très net [1].

Comme on le voit, les Nématodes, déjà bien nuisibles pour la betterave de sucrerie, le sont encore bien davantage pour la distillerie.

§ 2. — Prix de revient.

Maintenant se pose une autre question, d'une importance pratique considérable : Dans l'état actuel des deux industries du sucre et de l'acool de betterave, y a-t-il plus d'avantage à cultiver la betterave de distillerie que celle de sucrerie, en supposant qu'on se trouve à égale distance des deux sortes d'usines, ce qui égalise les frais de transport?

Pour répondre à cette question, nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici le compte des frais de culture par hectare de betteraves de distillerie, tel que le donne M. Brandin, agriculteur-distillateur à Galande (Seine-et-Marne); ce compte porte sur quatre années d'exercice (tableau II).

Dans ces conditions, il y a si peu d'écart entre

[1] *Agriculture nouvelle.*

le prix de revient et le prix de vente de l'alcool que, même dans une distillerie achetant ses betteraves 13 fr. 48 à 18 fr. 60 la tonne et vendant ses pulpes 7 fr. la tonne, il faut bien peu de choses pour friser la perte. Il est vrai que, dans la plupart des cultures, le prix de revient des betteraves de distillerie n'est pas aussi élevé que chez M. Brandin, qui arrive à 700 fr. par hectare. Dans le nord de la France, il est même rare que ce prix dépasse 500 fr. Mais, pour voir s'il y a des bénéfices à réaliser, il faut que le prix d'achat des betteraves soit élevé et il dépend lui-même du prix de l'alcool sur le marché, qui est soumis, comme on le sait, à de grandes variations; ce prix est même tombé très bas dans ces dernières années, ce qui motive les plaintes de la plupart des distillateurs.

Tableau II. — Prix de revient de la betterave de distillerie.

	1885	1886	1887	1888
Dépenses :				
Labours, hersages, roulages, ensemencements, binages à la houe.	125 »	125.72	120.51	120 »
Transports aux silos et livraison à l'usine	86.55	83.10	53.70	73.50
Epandage des engrais	2.17	4.33	1.93	3.40
Binages	47.26	49.93	47.24	51.81
Arrachage, chargement, mise en silos	60.65	63.49	58.55	69.88
Couverture et décachage des silos	6.34	11.48	6.80	8.21
Chargement des silos	14.82	12.47	8.42	10.47
Graine	29.64	27.74	33.92	26.99
Engrais chimiques	95.44	145.05	101 »	112.54
Fumier (2/5 de la valeur)	130 »	119.50	122 »	95.50
Frais généraux (entretien des chemins, réparation de l'outillage, etc.)	49.38	47.68	46.45	62.59
Fermage et impôts	123.35	113.40	113.10	114.74
Intérêts à 5 p. 100 sur un capital d'exploitation de 700 francs	35 »	35 »	35 »	35 »
TOTAL DES FRAIS PAR HECTARE	805.60	839.19	748.62	784.63
Produits :				
Rendement par hectare	43.300 k.	62.220 k.	41.720 k.	51.913 k.
Prix de revient de la tonne de betteraves	18.60	13.48	17.94	15.11
Rendement de la tonne (1000 k.) en litres d'alcool à 100° non rectifié.	38.94	47.37	53.27	56.50
Récolte en alcool à l'hectare en litres	16.87	29.47	22.22	29.30

II. — BETTERAVE FOURRAGÈRE.

La betterave fourragère est cultivée en France dans quatre-vingt-quatre départements: elle occupe une étendue totale qui varie, suivant les années, entre 380.000 et 450.000 hectares; en 1894 la superficie totale consacrée à cette culture était exactement, d'après la statistique officielle, de 413.465 hectares (fig. 2). C'est donc, comme on le voit, plus du double de la betterave à sucre; la valeur *totale* des produits est également beaucoup plus forte, car, tandis que les 268.230 hectares consacrés en 1894 à la betterave sucrière ont produit 76.401.820 quintaux, représentant 173.957.665 francs, les betteraves fourragères ont rendu 108.017.708 quintaux, soit 204.963.811 francs.

Il n'y a guère que l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie dont la surface emblavée en betteraves fourragères soit plus considérable que celle de la France, mais le rendement total y est plus faible. La surface consacrée à cette culture en Allemagne était, en 1894, de 446.732 hectares; celle de l'Autriche-Hongrie, 494.223.

En France, la betterave fourragère est très inégalement répartie; c'est le département de la Dordogne qui vient en tête, avec 28.500 hectares, puis les Deux-Sèvres, avec 17.380 hectares, et au troisième rang, Seine-et-Marne avec 17.295 hectares. Les départements qui en cultivent le moins sont: les Alpes-Maritimes avec 10 hectares, l'Hérault avec 13 hectares, enfin les Hautes-Pyrénées avec 25 hectares; trois départements, la Lozère, la Corse et le Gers, ne cultivent pas cette plante. La carte de la figure 3 montre la répartition de cette culture entre nos divers départements pour l'année 1894.

§ 1. — Exigences et préparation du sol.

Le plus souvent la betterave succède à une céréale. Quoique donnant des rendements notablement plus élevés que la betterave à sucre, la racine fourragère est aussi plus épuisante, comme le montrent les chiffres suivants empruntés à MM. Müntz et Girard, qui donnent les principes fertilisants enlevés à un hectare de terre par une récolte de 40.000 kilos de racines et 20.000 kilos de feuilles (tableau III).

C'est dire que le sol devra être abondamment pourvu d'engrais. Comme pour la betterave à sucre, la terre doit être bien ameublie et préparée par des labours et des hersages, dont le nombre

variera avec la nature du sol et la récolte précédente. La profondeur de la couche végétale a ici

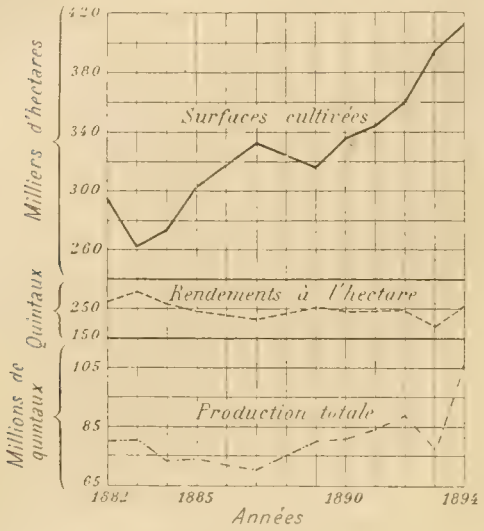


Fig. 2. — *Graphique montrant l'état de la culture de la betterave fourragère de* 1882 *à* 1894.

une moindre importance, car, si l'épaisseur de la terre ne permet pas de cultiver les races pivotantes, on peut avoir recours à des espèces moins exigeantes, sortant davantage hors du sol.

Tableau III. — Éléments pris au sol par la betterave fourragère.

	RACINES	FEUILLES	TOTAL
Azote	72	60	132
Acide phosphorique	32	16	48
Potasse	172	86	258
Chaux	16	34	50
Magnésie	16	28	44

§ 2. — **Influence des engrais.**

En général, on applique à cette culture des doses élevées de fumier de ferme, car ici l'excès d'azote n'est plus à craindre. Cependant bon nombre de cultivateurs, ne disposant pas de quantités assez fortes de fumier, complètent avec des engrais de commerce, soit des tourteaux, soit du guano de poisson; quelques-uns même emploient les engrais chimiques. C'est ainsi que, dans beaucoup d'exploitations, où la betterave fourragère est cultivée sur une grande étendue, on n'incorpore à l'automne que 25.000 à 30.000 kilogrammes de fumier de ferme; puis, au dernier labour de printemps, on applique environ 250 kilos de nitrate de soude et même 200 kilos de plâtre dans certains sols.

MM. C. et H. Denaiffe indiquent le mélange suivant qui, en terre moyenne, donne aussi de bons résultats:

400 à 600 kil. de nitrate de soude
200 à 250 kil. de superphosphate
150 à 200 kil. de chlorure de potassium
} par hectare au printemps.

Le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France* recommande les formules que résume le tableau IV (page 680).

Si l'analyse du sol montre que ce dernier est suffisamment riche en l'un ou l'autre des éléments, on peut, cela va sans dire, en restreindre l'adjonction dans des proportions notables et réaliser ainsi une économie sérieuse tout en obtenant de forts rendements.

MM. Denaiffe font également observer, et nous avons pu constater nous-mêmes en maintes circonstances, que l'arrosage au purin dilué dans environ dix fois son volume d'eau, effectué en temps humide et, si possible, entre les lignes, produit un bon effet; mais il est essentiel qu'il ait lieu de bonne heure, car autrement il causerait un développement foliacé exagéré qui nuirait à la valeur nutritive de la racine.

Le Dr A. Vœlcker s'est particulièrement occupé de l'influence des divers engrais sur le rendement des betteraves fourragères. Nous ne pouvons mentionner ici les nombreuses expériences auxquelles il s'est livré; cependant nous devons résumer, en raison de leur importance, les résultats obtenus par ce savant expérimentateur en 1865 à Henfields (Bewdley) et desquels il résulte:

1° Que les sels de potasse employés seuls ont fourni seulement un excédent de 4.395 kilos par rapport à la parcelle laissée sans engrais;

2° Que le sel marin employé seul a été plus efficace que celui de Stassfurth;

3° Que le mélange de superphosphate et de sels de potasse a produit un excédent de plus de 4.500 kil., c'est-à-dire qu'il a plus que doublé le rendement de la parcelle sans engrais;

4° Que le mélange de superphosphate et de sel marin, sans produire la même augmentation, n'en a pas moins été très efficace [1].

Il est à remarquer que ces essais comparatifs ont été faits dans une terre argileuse rouge et froide; cette remarque peut avoir son importance, étant donnés les résultats obtenus avec le sel marin, qui n'est jamais, à notre connaissance du moins, employé comme engrais dans la culture de la betterave.

Mais la nature et les doses d'engrais ne varient pas seulement avec les terrains; elles diffèrent aussi selon les variétés cultivées, qui sont loin

[1] *Travaux et expériences du Dr Vœlcker*, par A. Ronna, tome II.

Fig. 3. — *Carte montrant la répartition et l'étendue des surfaces cultivées en betterave fourragère dans les départements français.*

- Départements ne cultivant pas de betterave fourragère.
- Départements cultivant moins de 500 hectares.
- Départements cultivant de 500 à 2.000 hectares.
- Départements cultivant de 2.000 à 5.000 hectares.
- Départements cultivant de 5.000 à 10.000 hectares.
- Départements cultivant de 10.000 à 20.000 hectares.
- Départements cultivant plus de 20.000 hectares.

d'avoir les mêmes exigences. C'est ce qui ressort de nombreuses expériences et notablement de celles de M. P.-P. Dehérain à Grignon et de M. Gorry-Bouteau dans le canton de Thouars.

M. Dehérain a expérimenté sur les variétés *Jaune ovoïde des Barres*, *Tankard*, *Géante de Vauriac*, *Jaune Globe à petites feuilles* et la *Mammouth*. Notre savant maître ne s'est pas contenté de peser les betteraves; le poids, étant donnée la quantité d'eau que contient la racine, ne pouvait être pris comme base d'appréciation pour établir un classement entre les variétés cultivées. M. Dehérain a donc dosé la matière sèche, et, dans celle-ci, l'azote. C'est évidemment là le moyen d'avoir des données sérieuses sur la valeur alimentaire des betteraves. Voici le résultat des analyses :

Teneur en matière sèche p. 100 des betteraves :

Jaune ovoïde des Barres	13.2
Tankard	14.2
Géante de Vauriac	14.4
Globe à petites feuilles	14.8
Mammouth	14.2

Si, dans la matière sèche, les matières azotées varient peu, l'azote nitrique, au contraire, est très variable; tandis qu'il y en a moins d'un millième dans la *Tankard*, la *Mammouth* et la *Globe*, dans la *Géante de Vauriac* on en trouve, par contre, 0,174, et, dans la *Jaune ovoïde des Barres*, 0,245. Or, ce nitrate de potasse, absorbé en quantité considérable, peut devenir nuisible aux animaux.

Le tableau V résume les résultats obtenus :

Mais, quels que soient les résultats pris isolément, ce que recherchait M. Dehérain, c'était la détermination de la meilleure variété à propager, c'est-à-dire de celle présentant la plus grande richesse en matière sèche et la plus faible proportion en nitrate de potasse. M. Dehérain, insistant sur l'inconvénient du nitrate de potasse dans les betteraves, a fait remarquer qu'elles en contiennent d'autant plus qu'elles sont plus grosses, par suite plus aqueuses : d'où la nécessité de les maintenir serrées, pour les empêcher d'atteindre un poids supérieur à 1 kilogramme. Comme on le voit, les résultats pratiques de ces expériences ont une importance capitale et jettent un jour tout nouveau sur la culture de la betterave fourragère : c'est d'ailleurs ce qui motive les développements dans lesquels nous avons cru pouvoir entrer à son sujet.

M. Gorry a expérimenté sur deux variétés, la *Mammouth* et la *Vauriac*[1]. Il résulte de ses essais qu'avec 1.500 kilos d'engrais valant 306 francs, on a obtenu une augmentation de 41 à 45.000 kilos de betteraves, valant au minimum 400 francs, sans compter les feuilles qui ont donné un fourrage vert, peu estimé il est vrai, mais qu'on peut cependant évaluer à 5 francs les 1.000 kilos, soit 100 francs par hectare.

Tableau IV. — Formules d'engrais.

ÉPOQUE DE L'ÉPANDAGE	NATURE DES ENGRAIS	TERRES LÉGÈRES		TERRES FORTES	
		terre granitique	terre calcaire	terre argileuse	terre argilo-calcaire
Automne	Fumier	35 à 40.000 k.	35 à 40.000 k.	35 à 40.000 k.	35 à 40.000 k.
	Scories métallurgiques	400 k.	»	400 k.	»
	Superphosphate	»	200 k	»	200 k.
Printemps	Nitrate de soude	300	300	300	300
	Plâtre	300	200	300	200

Tableau V. — Expériences de M. Dehérain sur les betteraves fourragères (1890).

	RENDEMENT A L'HECTARE	MATIÈRE SÈCHE A L'HECTARE	AZOTE ENLEVÉ A L'HECTARE		NITRATE DE POTASSE ENLEVÉ A L'HECTARE	MATIÈRE ORGANIQUE PRODUITE A L'HECTARE
			organique	nitrique		
Jaune ovoïde des Barres	81.170 k.	10.713 k.	124 k. 0	25 k. 7	190 k.	785 k.
Tankard	81.800	11.704	94 7	6 9	51	592
Jaune géante de Vauriac	82.930	11.942	128 9	20 2	147.2	805
Globe à petites feuilles	81.000	11.988	119 8	10 7	79.2	748
Mammouth	77.400	10.990	102 2	7 6	62.2	638

[1] *Journal d'Agriculture pratique*, n° du 23 janvier 1890.

Fig. 4. — *Carte montrant le rendement de la betterave fourragère dans les départements français.*

- Départements ne cultivant pas de betterave fourragère.
- Départements où le rendement est inférieur à 100 quintaux par hectare.
- Départements où le rendement oscille entre 100 et 200 quintaux par hectare.
- Départements où le rendement oscille entre 200 et 250 quintaux par hectare.
- Départements où le rendement oscille entre 250 et 300 quintaux par hectare.
- Départements où le rendement oscille entre 300 et 350 quintaux par hectare.
- Départements où le rendement est supérieur à 350 quintaux par hectare.

§ 3. — Soins culturaux. — Rendements. Commerce.

Les soins d'entretien pour la betterave fourragère sont un peu moins minutieux que pour la betterave à sucre; cependant, ils ne doivent pas être négligés.

L'éclaircissage se fait dès que les jeunes plantes ont deux ou trois feuilles, en les espaçant de 30 à 35 centimètres suivant les variétés. L'écartement entre les lignes est, en général, plus considérable que pour les betteraves sucrières; mais c'est peut-être un tort que la pratique rectifiera par la suite, car M. Dehérain a démontré, à la suite des expériences faites en 1890 et 1891, que les betteraves fourragères doivent être semées en lignes rapprochées. On obtient ainsi des racines plus petites, mais plus riches en matière sèche. La terre doit être tenue propre par des binages; le premier doit être donné environ trois semaines après le semis; un mois après on donne le second; souvent un troisième en juillet. Les binages effectués dans les cent premiers jours de la végétation ont surtout une heureuse influence sur cette culture.

On récolte généralement en octobre, un peu avant les gelées. Si les racines ne sont pas rentrées immédiatement, il faut avoir soin de les mettre à l'abri en les rassemblant en tas, qu'on recouvre avec les feuilles coupées, car les betteraves gèlent à + 4° et perdent alors toute leur valeur [1].

Comme la betterave à sucre, la racine fourragère, pendant sa végétation, est la proie de plusieurs ennemis, parmi lesquels il faut surtout mentionner le *ver blanc*, larve du Hanneton, qui attaque les radicelles et le pivot, la larve du Sylphe obscur, la larve du Taupin, qui attaque la base des feuilles et parfois les racines; les larves de *ver gris*, les Nématodes, etc., etc.

Les rendements de la betterave fourragère sont très variables; ils sont surtout influencés par la nature du sol, les engrais, le mode de culture et la variété choisie. L'obtention de 80.000 et même 100.000 kilogrammes de racines à l'hectare ne constitue pas un fait très rare; par contre, dans certaines conditions très défavorables, on a constaté aussi des rendements de 12.000 et même 10.000 kilos.

D'une manière générale, 50.000 à 60.000 kilos par hectare constituent une bonne récolte. En France, le rendement moyen par hectare pour 1894 a été de 26.112 kilos. C'est le département du Nord qui vient en tête avec une production moyenne de 50.000 kilos par hectare ; puis vient l'Oise, avec 40.000 ; le département des Basses-Pyrénées n'obtient que 7.300 kilos par hectare. La figure 4 montre d'ailleurs, pour l'année 1894, les rendements moyens de cette culture dans nos départements. Le graphique de la figure 5 donne, en outre, la production totale de la betterave fourragère en 1894 pour les différents pays d'Europe.

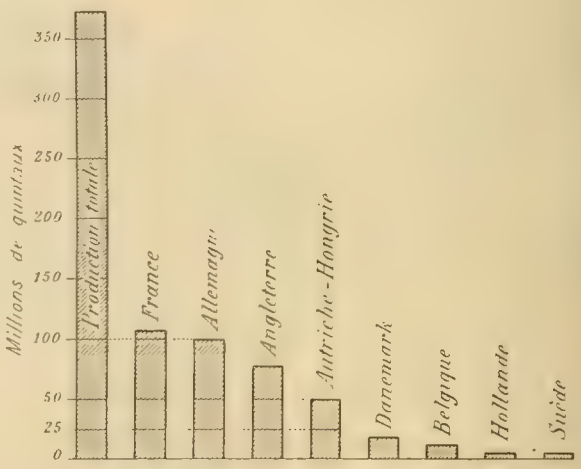


Fig. 5. — *Production de la betterave fourragère en* 1890 *dans les différents pays.*

Nous avons représenté sous formes de carrés (figure 6) l'étendue consacrée en France, comparativement à l'Europe, à la betterave fourragère et à la betterave à sucre. On voit par là que l'étendue consacrée, en Europe, à la culture de la betterave fourragère, surpasse un peu celle qu'occupe la betterave à sucre; c'est surtout en France que la première de ces cultures surpasse le plus la seconde.

La betterave donne lieu à un certain commerce d'importation et d'exportation, peu important d'ailleurs, et qui a lieu surtout dans les départements de la frontière de l'Est et du Nord. La statistique officielle ne donne pas d'indications en ce qui concerne la nature de ces racines ; cependant ce sont surtout des betteraves industrielles qui passent, principalement par chemin de fer, de France en Belgique, en Allemagne, même en Suisse ou *vice versa*, les sucreries ou distilleries du pays voisin se trouvant parfois plus rapprochées des cultures.

Le tableau VI indique les quantités et valeurs de ces opérations pour les trois dernières années.

Comme on le voit, le chiffre des importations est sensiblement égal à celui des exportations, tout au moins pour les racines fraîches.

[1] On peut admettre que, pour la plupart des variétés cultivées aujourd'hui, le poids des feuilles, au moment de l'arrachage, est au poids des racines comme 35 est à 100. Ces feuilles constituent un aliment très aqueux et peu nutritif, aussi est-il préférable de les laisser sur le champ et de les enfouir comme engrais.

III. — Betteraves sucrières, fourragères et de distillerie dans l'alimentation du bétail.

Dans ces dernières années, en présence du bas prix des betteraves de sucrerie, plusieurs agriculteurs se sont demandé s'il n'y aurait pas avantage à distribuer ces racines au bétail, plutôt que de les livrer aux fabriques. Étant donné, d'une part, le profit qu'on retire depuis quelques années des spéculations animales, et, d'autre part, la composition chimique des betteraves à sucre, cette question avait son importance. Sur elle s'est greffé un autre problème non moins intéressant, celui de l'influence du sucre dans l'alimentation des animaux de la ferme. De multiples expériences ont été faites dans ce sens par bon nombre de chercheurs, et, quoique la question soit encore actuellement à l'étude, on peut dire, dès maintenant, que le sucre en nature, distribué à une certaine dose, exerce une action plutôt favorable, tout au moins dans l'engraissement.

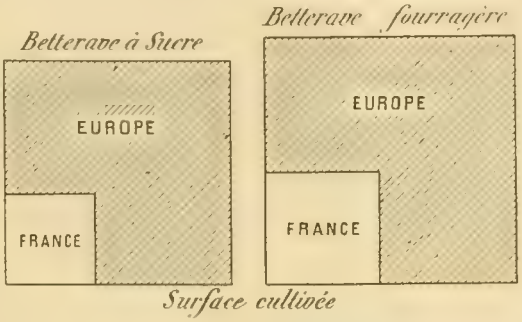


Fig. 6. — *Rapports des surfaces consacrées en France et dans l'Europe entière à la culture de la betterave à sucre et de la betterave fourragère.*

Non seulement on a essayé le sucre, mais encore la betterave sucrière. Relater ici toutes les expériences qui ont été faites sur cet intéressant sujet serait sortir de notre cadre ; aussi nous contenterons-nous de résumer les résultats obtenus par M. P. Gay [1], répétiteur de Zootechnie à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, sur l'emploi comparé des betteraves sucrières, fourragères et de distillerie.

Néanmoins, l'auteur arrive aux conclusions suivantes qui méritent, croyons-nous, de fixer sérieusement l'attention des agriculteurs :

1° A quantité de matière sèche égale, les trois variétés de betteraves ne possèdent pas les mêmes qualités nutritives, *leurs coefficients de digestibilité étant différents.*

2° La betterave de distillerie ayant donné, à la ration dans laquelle elle entrait, le coefficient de digestibilité le plus élevé, se montre sous ce rapport supérieure aux deux autres variétés ; après elle, vient la betterave à sucre et enfin la betterave fourragère.

La première question qui se pose alors à l'agriculteur est la suivante : « Puisque la betterave fourragère, à quantité de matière sèche égale, est la moins nourrissante de ces trois variétés, ne doit-on pas la remplacer, pour la nourriture du bétail, par l'une des deux autres ? et, dans ce dernier cas, à laquelle doit-on donner la préférence ? Grosse question qui offre énormément d'intérêt, et qui est bien près, pensons-nous, de recevoir une solution absolument définitive [1]. »

Tableau VI. — Commerce des betteraves à la frontière.

Betteraves	Quantités livrées à la consommation (en kgr.)			Valeur en argent (francs)		
	1894	1893	1892	1894	1893	1892
I. — Importations :						
Betteraves fraîches	7.228.736	12.902.353	16.871.885	137.346	245.143	319.001
Betteraves séchées	401.957	302.625	36.468	38.186	28.749	3.282
II. — Exportations :						
Betteraves fraîches	7.752.663	9.255.755	4.326.631	142.649	170.305	81.773
Betteraves séchées	»	50	350	»	5	32

Alb. Larbalétrier et L. Malpeaux,
Professeurs à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais.

[1] On trouvera le détail de ces recherches dans *les Annales agronomiques*, t. XXI, n° du 25 avril 1895.

[1] Nous devons à l'obligeance de MM. C. et H. Denaiffe les figures 1 à 7 qui accompagnaient la première partie de cet article, parue dans le n° du 30 Juillet. Nous tenons à les remercier ici de leur amabilité.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES MACHINES DE M. TORRÈS A RÉSOUDRE LES ÉQUATIONS

M. Saavedra et M. Marcel Déprez ont successivement présenté, l'un à l'Académie des Sciences de Madrid, l'autre à l'Académie des Sciences de Paris, une machine très curieuse, très intéressante, due à M. Torrès et qui mérite à tous les titres d'attirer notre attention. Elle permet de trouver, simplement et avec une grande approximation, les racines positives des équations :

$$x^9 + ax^8 = c$$
$$x^9 + ax^7 = c$$

a et c étant des nombres plus grands que zéro [1]. Mais, ce qui en fait surtout l'immense mérite, c'est que le principe sur lequel elle repose offre la possibilité d'obtenir des machines donnant toutes les racines, positives, négatives ou imaginaires, des équations algébriques, des équations transcendantes, des groupes d'équations à plusieurs inconnues.

Celle que M. Carpentier construit en ce moment permettra de résoudre une équation quelconque de la forme :

$$ax^m + bx^n + cx^p = 0$$

a, b, c, étant des nombres réels arbitrairement choisis; m, n, p, des nombres entiers. Nous supposerons, pour exposer la méthode de M. Torrès, qu'il s'agit de trouver les racines de l'équation encore plus générale :

$$(1) \qquad A_0x^m + A_1x^{m-1} + A_2x^{m-2} + \ldots + A_m = 0.$$

Pour représenter les valeurs des diverses quantités variables, qui sont, dans notre cas, les $m + 1$ coefficients A_0, A_1, ... A_m et l'inconnue x, on a recours au déplacement de certains corps. Le problème est ensuite de relier et de combiner ces déplacements, de manière à reproduire successivement et dans l'ordre voulu toutes les opérations indiquées dans l'équation (1).

Comment convenait-il de choisir le mouvement à donner aux corps représentant les variables? Celles-ci sont susceptibles de prendre des valeurs quelconques comprises entre $-\infty$ et $+\infty$. Elles ne peuvent donc être pratiquement mesurées que par des angles, et chaque variable devra être figurée par un corps tournant autour d'un axe convenablement choisi. La valeur de l'angle de rotation, qui comprendra, s'il est nécessaire, une et même plusieurs circonférences entières, donnera la valeur de la variable, coefficient ou inconnue. Nous aurons, par exemple :

$$\alpha_0 = 2k_0\pi + \beta_0 = f(A_0).$$

C'est à dessein que nous venons d'écrire $f(A_0)$. L'égalité la plus simple et celle qui se présente tout d'abord à l'esprit est :

$$2k_0\pi + \beta_0 = \mu A_0,$$

μ étant un facteur constant. Mais doit-elle être acceptée? Évidemment non. D'après elle, quelle que soit la valeur de A_0, l'*erreur absolue* commise dans l'évaluation de cette quantité ne change pas, puisqu'à chaque accroissement dA_0 correspond un même accroissement de l'angle de rotation. Il en résulte que l'*erreur relative* est très variable. Si elle est satisfaisante pour une valeur donnée de A_0, elle devient ridiculement petite ou ridiculement grande, pour les valeurs qui s'éloignent beaucoup de la première, en plus ou en moins. La fonction f la plus rationnelle est évidemment celle pour laquelle l'erreur relative $\frac{dA_0}{A_0}$ est égale à une constante. Soit $d\alpha_0$, l'erreur, toujours la même, commise sur la lecture des angles. Nous aurons :

$$\lambda\, d\alpha_0 = \frac{dA_0}{A_0}$$

d'où, en intégrant :

$$\alpha_0 = 2k_0\pi + \beta_0 = \log_{\lambda_1} A_0,$$

λ_1 étant égal à e^λ et e étant la base des logarithmes népériens. Il conviendra donc de représenter les variables par leurs logarithmes. Pour faciliter la construction des machines, on prendra :

$$e^\lambda = 10.$$

Dans ces conditions, supposons qu'une rotation 2π d'un disque V (fig. 1) représente une unité du logarithme.

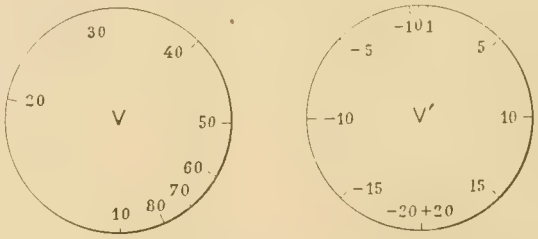


Fig. 1. — *Ensemble schématique des deux disques formant un arithmophore.* — Le disque V donne la suite absolue des chiffres; le disque V' indique la place de la virgule.

Un autre disque, V', portant 40 divisions marquées -20, -19, ..., -1, 0, 1, ... 19, 20, avance d'une division chaque fois que le disque V fait un tour complet. Le disque V' pourra servir à lire les parties entières des logarithmes; le disque V, les parties décimales. L'ensemble des deux disques permettra de figurer des nombres compris entre 10^{-20} et 10^{20}, c'est-à-dire pratiquement entre $-\infty$ et $+\infty$. La disposition précédente obligerait le calculateur à recourir à une table pour passer des logarithmes aux nombres. Il est plus simple d'inscrire immédiatement sur le disque V' les nombres eux-mêmes. La graduation est, par suite, faite en parties inégales depuis 1 jusqu'à 10, ou depuis 10 jusqu'à 10^0, ces intervalles correspondant à une unité logarithmique. Rien n'est changé à la graduation du disque V'. On lit, par exemple, sur le premier, au moyen d'un index fixe, la division 19,9, tandis que l'index V' marque $+4$. Le nombre indiqué est 19,900. Ceci est bien évident, d'après la manière dont sont reliés les disques.

Nous avons admis que l'intervalle 10—100 était inscrit sur une seule circonférence. En réalité, il peut correspondre à un nombre quelconque de circonférences, par exemple 4. Dans ce cas, le disque V' n'avance plus que d'une division tous les quatre tours de V. La graduation est faite, comme l'indique la figure 2, sur quatre couronnes juxtaposées dans la largeur de la tranche. L'index occupant une certaine position I, comment saura-t-on sur quelle couronne on doit faire la lecture? M. Torrès emploie dans ce but un anneau transparent, concentrique au disque et tournant quatre fois moins vite, sur lequel est tracée une hélice dont le pas est égal à la largeur du disque, ou bien encore un disque opaque présentant

[1] Cette même machine a fait l'objet d'une brochure de M. d'Ocagne, présentée tout récemment à l'Académie des Sciences.

une échancrure en forme d'hélice. Cette hélice est représentée dans notre figure 2 par des tirets. Elle coupe l'index au-dessus de la troisième colonne; c'est dans celle-ci qu'il faut lire si, pour la position initiale, l'hélice indique effectivement la division 10 : il est facile de s'en rendre compte, et nous ne croyons pas devoir le démontrer exactement. L'ensemble des deux disques V et V' porte le nom d'*arithmophore*. Il donne, en résumé, le moyen de représenter très simplement tous les nombres avec une approximation aussi grande que l'on veut. L'équation (1) nécessite $m + 2$ arithmophores correspondant à

$$A_0,\ A_1,\ \ldots,\ A_m,\ x.$$

Nous supposons momentanément que les exposants de x sont des constantes, pour une machine donnée; nous verrons plus tard comment on peut en changer les valeurs. Ne pouvant lire sur les arithmophores que des nombres positifs, puisque seuls ceux-ci possèdent des logarithmes avant de résoudre l'équation (1), on doit la mettre sous la forme

$$(2)\quad B_0 x^{p_0} + B_1 x^{p_1} + \ldots = C_0 x^{q_0} + C_1 x^{q_1} + \ldots,$$

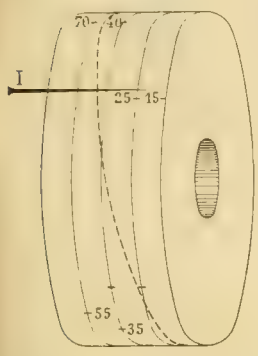


Fig. 2. — *Représentation schématique du disque* V *d'un arithmophore.* I est un index fixe qui indique dans quelle colonne doit se faire la lecture.

$B_0, B_1, \ldots, C_0, C_1, \ldots$ étant des quantités plus grandes que zéro.

De l'arithmophore x dépend une roue dentée qui représente x^{p_0} et qui, en même temps que l'arithmophore B_0, conduit une seconde roue dentée donnant la valeur de $B_0 x^{p_0}$. Il en est de même pour les autres monômes. Les roues des deux premiers conduisent la roue relative au binôme qu'ils composent. Du binôme, on passe au trinôme, et ainsi de suite. L'équation (2) peut se mettre sous la forme

$$F(x) + k = G(x),$$

k étant un terme constant. En dernier lieu, la position de l'arithmophore k est réglée de telle sorte que la valeur indiquée par la roue $G(x)$ résulte précisément de la combinaison des mouvements de cet arithmophore avec ceux de la roue $F(x)$.

Afin d'éviter les erreurs qui pourraient se produire par suite de glissements dans les transmissions de mouvements, M. Torrès n'emploie que des commandes par engrenages. Les mouvements sont alors réversibles; nous voulons dire par là que, si une rotation dA d'une roue A détermine une rotation dB d'une autre roue B, réciproquement dB déterminera dA. Il en résulte que, les diverses liaisons étant établies d'après l'équation (2), il suffira de régler une fois pour toutes la position des arithmophores, de manière que les valeurs indiquées satisfassent à cette équation : quel que soit le mouvement imprimé ensuite à l'une quelconque des roues dentées, les nouvelles valeurs des quantités variables satisferont à la même équation.

Les coefficients nous étant donnés, pour résoudre :

$$H(x) = 0,$$

que nous mettrons préalablement sous la forme :

$$(3)\qquad H_1(x) = H_2(x).$$

H_1 et H_2 ne contenant que des termes positifs, nous procéderons de la manière suivante : nous donnerons aux arithmophores de tous les coefficients, sauf un A^p, les valeurs qu'ils ont dans l'équation (3), puis nous les fixerons dans leurs positions. En faisant ensuite tourner l'arithmophore x, nous ferons également tourner l'arithmophore A_p et seulement celui-là : chaque fois qu'il passera par la valeur qu'il a dans l'équation (3), nous lirons pour x une racine positive de cette équation. Les racines négatives seront données par la transformée en $-x$:

$$H(-x) = 0.$$

Quant aux racines imaginaires, nous verrons plus loin comment on peut les obtenir.

Tel est le principe sur lequel repose l'appareil. Voyons comment se font les transmissions de mouvement.

Rien de plus simple que de commander la roue x^p, puisque les grandeurs sont représentées par leurs logarithmes, et que

$$p \log x = \log x^p.$$

Il suffit d'un simple train d'engrenages.

D'autre part :

$$\log A^p x^n = \log A^p + \log x^n.$$

Si l'on a deux roues A_p et x^n reliées à une roue d'angle R, de manière à former le *train épicycloïdal* indiqué sur la figure 3, on peut vérifier que

$$2(\text{dépl.R}) = \text{dépl.}\,A_p + \text{dépl.}\,x^n$$

les déplacements étant comptés autour de l'axe ab. Par conséquent, une roue solidaire de R, et tournant également autour de ab, représentera la moitié de $\log A_p x^n$. Il est facile dès lors d'avoir, s'il en est besoin, $\log A_p x^n$ lui-même.

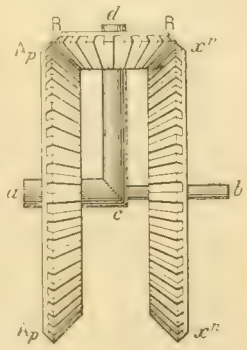


Fig. 3. — *Représentation d'ensemble d'un train épicycloïdal.* A_p A_p et x^n x^n sont deux roues dentées tournant autour de l'axe ab; RR est une roue dentée susceptible d'un double mouvement de rotation autour de l'axe ab d'une part et autour de l'axe cd d'autre part.

Il existe dans la machine de M. Torrès une troisième sorte de transmission de mouvement. C'est la plus ingénieuse et la plus intéressante. Elle sert à passer de deux monômes au binôme qu'ils forment, et donne $\log(A + B)$ en fonction de $\log A$ et de $\log B$. On sait qu'il n'existe pas de relation algébrique simple entre ces trois quantités. Le problème à résoudre pouvait donc sembler insoluble. Or

$$\log(A + B) = \log\left[A\left(\frac{B}{A} + 1\right)\right]$$

$$\log(A + B) = \log A + \log\left(\frac{B}{A} + 1\right).$$

et

$$\frac{B}{A} = 10^{\log \frac{B}{A}}.$$

Donc

$$\log\left(\frac{B}{A} + 1\right) = \log\left(10^{\log \frac{B}{A}} + 1\right)$$

et

$$\log(A + B) = \log A + \log\left(10^{\log \frac{B}{A}} + 1\right)$$

Nous avons la roue de A; il nous suffit d'avoir celle de $\left(10^{\log \frac{B}{A}} + 1\right)$ et, pour cela, de relier celle-ci à la roue de $\frac{B}{A}$ (que nous savons aussi construire) par un

engrenage tel que les déplacements angulaires de ces deux roues satisfassent toujours à la relation :

$$(4) \qquad y = \log (10^x + 1).$$

L'équation (4) représente la courbe donnée par la figure 4, ayant pour asymptotes l'axe des x et la bissectrice oz, avec lesquels nous pouvons supposer qu'elle se confond en dehors d'un certain intervalle $-\alpha, +\alpha$. Considérons le rapport des vitesses qui seraient susceptibles de prendre les roues x et y dans leurs diverses positions. Ce rapport est $\frac{dy}{dx}$ ou $\frac{10^x}{10^x + 1}$. Mais, lorsque x devient égal à $-\infty$ ou pratiquement $-\alpha$, ce rapport devient nul. Il est impossible de réaliser une telle

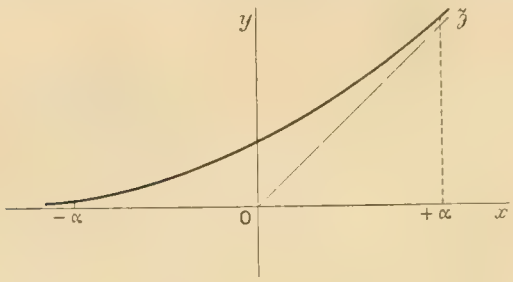


Fig. 4. — *Courbe représentant l'équation* $y = \log (10^x + 1)$.

transmission de mouvement. Ecrivons, pour tourner la difficulté :

$$y = \log (10^x + 1) + mx - mx;$$

$\log (A + B)$ devient

$$\log A + \log \left(10^{\log \frac{B}{A}} + 1\right) + m \log \frac{B}{A} - m \log \frac{B}{A}.$$

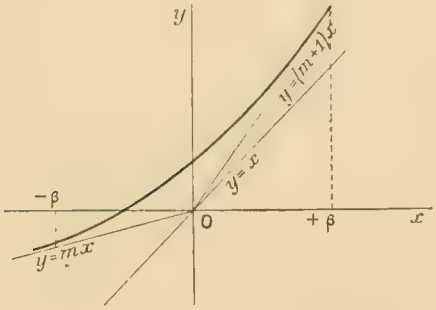


Fig. 5. — *Courbe représentant l'équation* $y = \log (10^x + 1) + mx$.

Nous savons construire $\log A - m \log \frac{B}{A}$. Il reste donc

$$\log \left(10^{\log \frac{B}{A}} + 1\right) + m \log \frac{B}{A}.$$

Les déplacements de la roue correspondante seront reliés à ceux de la roue $\frac{B}{A}$ par la relation :

$$y = \log (10^x + 1) + mx.$$

qui représente une courbe (fig. 5) ayant pour asymptotes :

$$y = mx$$

et

$$y = (m + 1) x$$

asymptotes avec lesquelles elle se confond pratiquement pour des valeurs de x, non comprises dans l'intervalle $-\beta, +\beta$. Le rapport des vitesses est maintenant :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{10^x}{10^x + 1} + m.$$

Il est toujours plus grand que 0, si l'on a soin de choisir m positif, et la transmission peut se faire. Pour la réaliser, on emploie une fusée telle que celle qui est représentée en F dans notre figure 6. Elle porte à ses deux extrémités deux parties cylindriques cor-

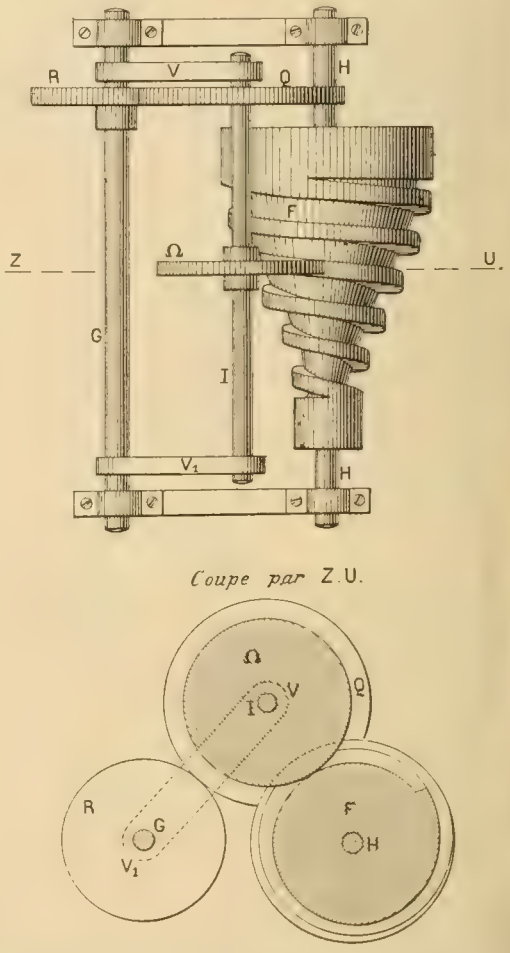


Fig. 6. — *Représentation d'ensemble d'une fusée et de ses accessoires.* — La figure supérieure représente un plan de la fusée, la figure inférieure, une coupe par *Z U*. — F, fusée; H, axe de la fusée; Ω, Q, R, roues dentées; V, V_1 bras mobiles autour de l'axe O; I, axe des roues Ω et Q.

respondant aux régions de la courbe pour lesquelles celle-ci se confond avec ses asymptotes (le rapport des vitesses est alors constant). Le corps même de la fusée, qui offre grossièrement la forme d'un tronc de cône, est muni d'une série de dents disposées suivant une sorte d'hélice et engrenant avec une roue Ω. Celle-ci, mobile le long de l'axe I, en commande successivement deux autres Q et R. Pour racheter les variations de diamètre de la fusée, l'axe I peut, au moyen de deux bras V, V_1, tourner autour de l'axe G. On comprend qu'en calculant convenablement le profil de la fusée F, il soit possible de faire varier, suivant une loi quelconque, le rapport des vitesses de deux roues convenablement placées.

Nous connaissons maintenant toutes les transmis-

missions de mouvement utilisées dans la machine Torrès. Il nous reste à montrer comment se fait leur combinaison. La figure 7 est le schéma de la machine que construit en ce moment M. Carpentier, et qui, nous l'avons dit, servira à résoudre les équations de la forme :

$$(5) \qquad Ax^m + Bx^n = Cx^p .$$

Elle comprend trois axes principaux : E, G, H, qui portent les arithmophores, les roues dentées et la fusée F. Les roues peuvent être solidaires des axes ou folles et munies d'un manchon de glissement. L'axe E est commandé par l'arithmophore X sur lequel on lit les valeurs de la variable x; il porte trois roues x, x, x, c'est-à-dire, au signe de logarithme près :

$$\left(10^{\log \frac{Ax^m}{Bx^n}} + 1\right) \left(\frac{Ax^m}{Bx^n}\right)^r$$

(Sur la figure schématique 7, nous avons supposé que la fusée F conduisait directement la roue qui correspond à R de la figure 6.)

Nous obtenons ensuite, en ajoutant $r \log \frac{Ax^m}{Bx^n}$ au moyen d'un train épicycloïdal :

$$- \log \left(10^{\log \frac{Ax^m}{Bx^n}} + 1\right)$$

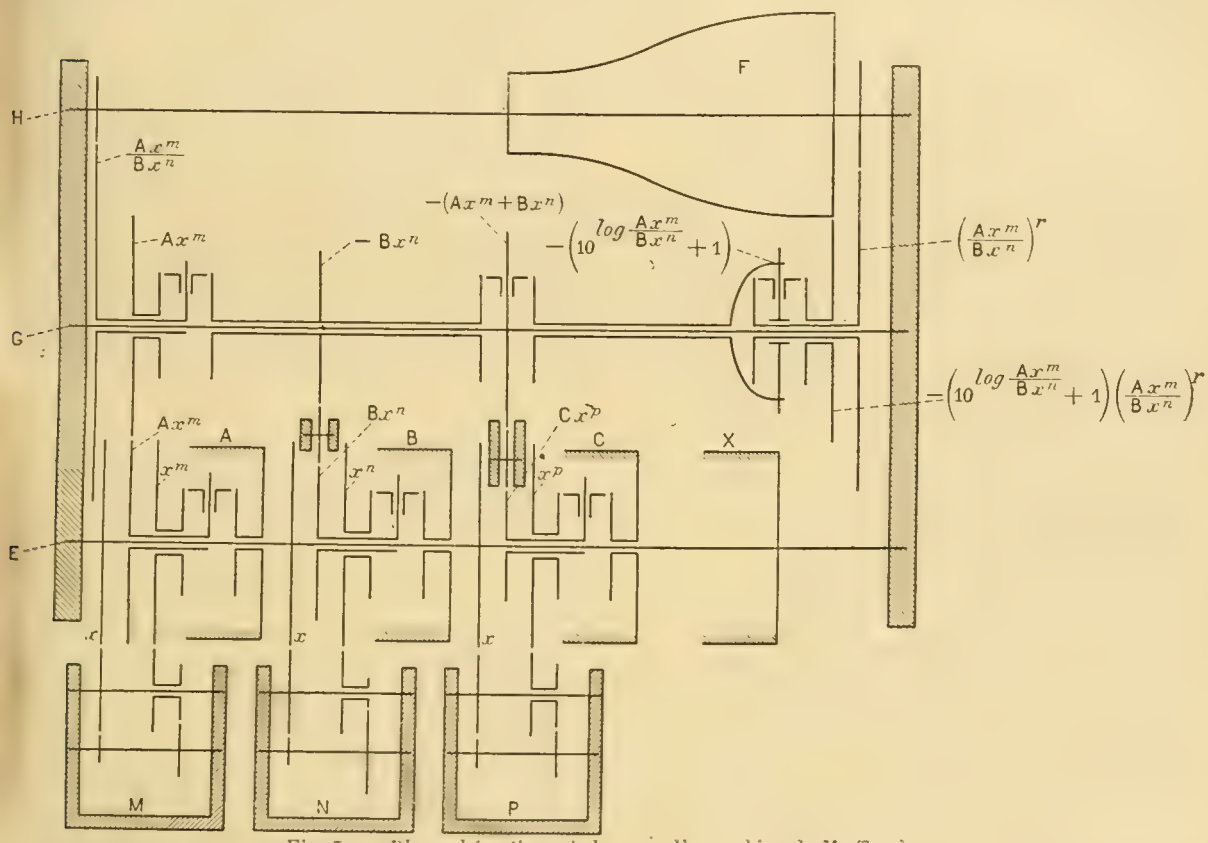


Fig. 7. — *Plan schématique de la nouvelle machine de M. Torrès.*

Les parties hachurées représentent les diverses portions du bâti, sauf A, B, C, X, qui sont les arithmophores; E, G, H sont des axes. Les roues, lorsqu'elles sont solidaires des axes, ont été représentées par une simple droite coupant ces axes; lorsqu'elles portent un manchon de glissement, elles sont repliées perpendiculairement à l'endroit de l'axe. En regard des divers roues ou arithmophores sont inscrites les quantités qu'ils représentent. Cependant, pour simplifier l'écriture, on a fait partout abstraction du signe log et par suite, lorsque l'on trouve par exemple $-Bx^n$, il faut lire $-\log Bx^n$. — M, N, P, trains d'engrenages ayant les pouvoirs multiplicateurs m, n, p. — F, fusée.

conduisant par les trains d'engrenages M, N, P, les roues qui correspondent à x^m, x^n, x^p, et que, sur la figure, nous avons désignées par ces quantités. Les roues x^m, x^n, x^p, sont respectivement associées aux arithmophores A, B, C, sur lesquels on lit les valeurs des coefficients de même nom, et qui composent avec elles des trains épicycloïdaux donnant le mouvement aux roues Ax^m, Bx^n, Cx^p. De Ax^m et Bx^n, nous passons, en renversant convenablement le sens de rotation de certaines roues, à $\log Ax^m - \log Bx^n$, c'est-à-dire $\frac{Ax^m}{Bx^n}$; puis, au moyen de la fusée F, à la roue que nous avons appelée R sur la figure 6, et qui donne :

$$- \log \left(10^{\log \frac{Ax^m}{Bx^n}} + 1\right) - r \log \frac{Ax^m}{Bx^n}$$

et, par un second train épicycloïdal :

$$- \log \left(10^{\log \frac{Ax^m}{Bx^n}} + 1\right) - \log Bx^n$$

c'est-à-dire, si l'on se souvient de la théorie exposée plus haut :

$$- [\log (Ax^m + Bx^n)].$$

Cette dernière roue est reliée, par un pignon intermédiaire servant à changer son signe de rotation, à la roue Cx^p qui donne en réalité, nous le savons, $\log Cx^p$.

Les trains d'engrenages M, N, P, sont groupés dans des petites boîtes que l'on peut séparer de la machine et remplacer par d'autres, de manière à faire varier les exposants m, n, p, de l'équation (5). On peut même enlever sans la remplacer l'une des boîtes; la valeur

de l'exposant correspondant est alors zéro. Cette disposition a pour but de permettre de résoudre avec la même machine, et sans exception, toutes les équations entières à trois termes. En effet, quoique les coefficients doivent toujours être positifs, nous pouvons, de cette façon, aborder aussi bien l'équation :

$$4x^{12} + 5x^7 = 10$$

que l'équation :

$$4x^{12} - 5x^7 = 10.$$

Dans la première, c'est l'exposant p qui est nul. Pour la seconde, nous la mettrons sous la forme :

$$5x^7 + 10 = 4x^{12}$$

et c'est le coefficient n qui sera nul. On voit pour quelle raison on a été amené à considérer l'équation :

$$Ax^m + Bx^n = Cx^p$$

qui semble *à priori* n'être pas plus générale que :

$$Ax^m + Bx^n = C$$

et qui conduit à ajouter quelques organes de plus à la machine, c'est-à-dire en apparence à la compliquer.

Les principes précédents offrent évidemment la possibilité d'obtenir toutes les solutions réelles des équations à coefficients réels ayant un nombre de termes quelconques. Il suffit d'augmenter celui des organes. Nous dirons, avant de terminer, quelques mots de la façon dont on pourrait construire une machine donnant aussi les racines imaginaires. Nous n'avons plus besoin, dans ce cas, de supposer que les coefficients de l'équation donnée :

$$(6) \qquad \Sigma A_m x^m = 0$$

sont réels. Posons :

$$A_m = a_m(\cos\alpha_m + i\sin\alpha_m)$$
$$x = \rho(\cos\beta + i\sin\beta).$$

L'équation 6 est alors équivalente au groupe :

$$(7) \qquad \begin{cases} \Sigma a_m \rho^m \cos(\alpha_m + m\beta) = 0 \\ \Sigma a_m \rho^m \sin(\alpha_m + m\beta) = 0 \end{cases}$$

a, ρ, α, β, peuvent être représentés par des arithmophores. Mais il est impossible de résoudre les équations (7), parce que sin et cos sont susceptibles de devenir négatifs. Ecrivons :

$$(8) \qquad \begin{cases} \Sigma a_m \rho^m [\cos(\alpha_m + m\beta) + l - l] = 0 \\ \Sigma a_m \rho^m [\sin(\alpha_m + m\beta) + l - l] = 0 \end{cases}$$

l étant une quantité plus grande que l'unité. Posons

$$\cos(\alpha_m + m\beta) + l = d_m$$
$$\sin(\alpha_m + m\beta) + l = e_m$$

d_m et e_m sont toujours positifs. Les équations (8) deviennent :

$$(9) \qquad \begin{cases} \Sigma a_m \rho^m d_m = l\Sigma a_m \rho^m \\ \Sigma a_m \rho^m e_m = l\Sigma a_m \rho^m. \end{cases}$$

On conçoit maintenant que l'on puisse passer des roues $\alpha_m \beta a \rho$ à celles qui donnent la valeur des monômes des équations (9). En les additionnant convenablement, on obtiendra trois nouvelles roues représentant respectivement

$$\Sigma a_m \rho^m d_m, \qquad \Sigma a_m \rho^m e_m, \qquad l\Sigma a_m \rho^m.$$

Il suffit, pour réaliser la machine, de les relier de manière qu'elles indiquent à chaque instant des valeurs égales. Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet; remarquons, toutefois, que les équations (9) forment, en somme, un groupe de deux équations à deux inconnues. En généralisant encore les principes exposés, nous pouvons donc dire que la méthode de M. Torrès permet de concevoir des appareils d'un usage pratique donnant la solution complète des équations algébriques ou transcendantes, à une ou plusieurs inconnues. Le résultat est assurément remarquable.

La machine que M. Torrès a présentée à l'Académie des Sciences est la première qui ait été construite; c'est une machine d'études et de démonstration. Elle repose sur les principes que nous avons exposés, mais la disposition des organes est inférieure à celle qui est indiquée dans notre figure 7. Malgré des imperfections, absolument inévitables lors d'un premier essai, M. Torrès évalue à $\frac{1}{100}$ au plus l'erreur que cette machine peut commettre. Personnellement, nous avons été invité à résoudre l'équation :

$$x^9 + 3x^8 = 1280.$$

Nous connaissions, à ce moment-là, l'instrument depuis quelques minutes à peine, c'est-à-dire que nous étions, à le manier, aussi inexpérimenté que possible. Cependant, au bout de fort peu de temps, après un tour ou deux de manivelle, nous avons annoncé comme solution :

$$x = 1{,}99.$$

La véritable valeur est $x = 2$. L'erreur n'était donc que de $\frac{1}{200}$. Nul doute que, dans la machine nouvelle, qui est confiée à un habile constructeur et dont tous les organes ont été très soigneusement étudiés, l'erreur probable ne soit encore beaucoup plus faible. Les détails d'exécution, dont nous n'avons pu parler, car cela nous aurait entraîné trop loin, mettent en évidence les énormes difficultés qui se sont présentées lorsqu'il a fallu passer du schéma théorique à la réalisation pratique. Tous les problèmes ainsi soulevés semblent d'ailleurs résolus de la façon la plus élégante et la plus simple, et il résulte en définitive, de l'examen de ses plans et de ses dessins, que M. Torrès est à la fois un excellent mathématicien et un mécanicien des plus ingénieux.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Klein (F.), *Professeur à l'Université de Gœttingue.* — **Vorträge über ausgewählte Fragen der Elementargeometrie,** *ausgearbeitet von F.* **Tägert.** — 1 *vol. in-8° de 66 pages avec 10 figures et 2 planches (Prix : 2 fr. 50). B. G. Teubner, éditeur. Leipzig,* 1895. Le même ouvrage. *Traduction française par* **M. J. Griess.** *(Prix : 2 fr.). Nony et Cie, éditeurs. Paris,* 1896.

Dans une série de conférences faites à Gœttingue, il y a deux ans, M. Klein a développé quelques questions de Géométrie élémentaire dans le but de montrer que certaines démonstrations, considérées souvent comme difficiles et d'une abstraction exagérée, peuvent cependant être introduites dans l'enseignement secondaire supérieur. Ces conférences ont été rédigées par M. Tägert et viennent d'être traduites en français par M. Griess.

Cet opuscule se divise en deux parties. L'auteur examine d'abord d'une manière générale la possibilité ou l'impossibilité d'une construction géométrique avec la règle et le compas; puis il applique ces considérations à quelques problèmes qui ont déjà préoccupé les géomètres de l'Antiquité : *duplication du cube, trisection d'un angle quelconque, construction des polygones réguliers.*

La deuxième partie est consacrée aux *nombres transcendants* et à la *quadrature du cercle.* La transcendance des nombres e et π, démontrée d'une façon rigoureuse par MM. Hermite et Lindemann, a fait l'objet d'une étude de M. Gordan qui est parvenu à en donner une démonstration tout à fait *élémentaire.* C'est à cette dernière que se rattache l'exposé de M. Klein.

Voici donc un ouvrage qui intéressera vivement les professeurs et les élèves des classes de mathématiques spéciales, et l'on ne peut que féliciter M. Griess d'avoir contribué à répandre cette publication en France.

H. Fehr.

Coculesco (N.), **Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-4° de 84 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Il s'agit du fameux problème des trois corps, où l'auteur s'occupe de perfectionner un point particulier.

Quand on a développé la partie principale de la fonction perturbatrice en série de sinus ou cosinus des multiples de deux arcs ou en série d'exponentielles imaginaires, il est important d'obtenir la valeur approchée des termes d'ordre élevé, afin de savoir s'ils sont ou non négligeables, M. Poincaré a ramené la question à l'étude d'une certaine fonction Φ d'une seule variable imaginaire Z. Si Φ est développable en série procédant suivant les puissances entières de Z et de $\frac{1}{Z}$, il y aura, dans le plan de Z, un double contour de convergence. Un théorème dû à MM. Darboux et Flamme ramène alors le problème à la considération des points singuliers de Φ, situés sur les contours de convergence. On voit que la matière n'est pas sans analogie avec les recherches récentes de M. Hadamard.

Φ se rattache à une certaine fonction F (Z, t), à deux variables; sur une certaine surface, analogue à la surface de Riemann dans le domaine algébrique, on peut suivre la genèse des points singuliers de Φ.

Telle est l'idée que met en œuvre M. Coculesco, dans une discussion très ardue et délicate, où la difficulté est d'être complet. Le résultat final est celui-ci : sauf dans quelques cas limites, qui ne se rencontrent pas dans notre système solaire, il n'y aura sur le contour de convergence de Φ qu'un seul point singulier. Le procédé de MM. Darboux et Flamme s'appliquera sans ambiguïté.

C'est tout ce que je puis dire ici d'un travail aussi spécial, qui fait honneur à la science et à la sagacité de l'auteur.

Léon Autonne.

Deharme (E.), *Ingénieur principal du Service central de la Compagnie du Midi, Professeur du Cours de Chemins de fer à l'École Centrale,* et **Pulin** (A.), *Ingénieur-inspecteur principal de l'Atelier central du Chemin de Fer du Nord.* — **Chemins de fer. Matériel roulant. Résistance des trains. Traction.** — 1 *vol. in-8°, de 441 pages avec 93 fig. (Prix : 15 fr.) (Encyclopédie industrielle de M. C. Lechalas.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris,* 1896.

Les auteurs ont su présenter sous une forme intéressante la question, quelque peu aride et encore si controversée, de la résistance des trains. Ils ont exposé avec beaucoup de netteté les diverses méthodes expérimentales et les nombreuses formules proposées pour la solution du problème. L'analyse détaillée de tous les facteurs de la résistance montre clairement les causes des divergences qu'on rencontre dans l'application de ces diverses formules et permet de se rendre compte de la complexité de la question. La méthode rationnelle de Desdouits, basée sur l'emploi du dynamomètre d'inertie, a été très justement mise en valeur; par contre, la méthode chronométrique n'est indiquée que dans son principe. Il eût peut-être été intéressant d'entrer à ce sujet dans quelques détails; la simplicité de cette méthode en fait, certainement, la solution la plus élégante qu'on puisse imaginer : elle est, de plus, susceptible de se généraliser et peut être très commodément appliquée au cas particulier de l'étude du rendement des dynamos de grande puissance.

Nous nous proposons de développer prochainement cette application.

La seconde partie de l'ouvrage, relative à la traction, a été également traitée avec beaucoup d'originalité.

Après avoir examiné les questions classiques, les auteurs se sont attachés à faire valoir les avantages des machines compound : diminution de la condensation dans les cylindres, admission prolongée et, comme conséquence : efforts plus réguliers, diminution de la fatigue et de l'usure des organes et, enfin, meilleure utilisation de l'adhérence.

L'état actuel de la traction électrique ne permettait pas de bien longs développements; néanmoins les auteurs l'ont prise en considération en lui reconnaissant comme avantages particuliers :

1° la suppression des pièces à mouvements alternatifs et leur remplacement par un moteur à rotation directe assurant une stabilité plus grande que celle des locomotives à vapeur;

2° la constance de l'effort tangentiel pour un travail donné, qui permet une meilleure utilisation de l'adhérence et diminue l'usure des bandages et des rails;

3° la possibilité de donner aux machines des formes fuyantes pour diminuer la résistance de l'air;

4° l'indépendance des essieux moteurs qui facilite l'inscription en courbes;

5° l'élasticité des moteurs électriques et la facilité de réaliser par leur emploi de grandes vitesses.

J.-L. Routin.

2° Sciences physiques.

Montpellier (J.-A.), *Rédacteur en chef de l'*Electricien. — **Les Accumulateurs électriques : Montage. Installation. Conduite. Entretien.** — *1 volume in-18 de 224 pages, avec 83 figures (Prix 5 fr.) A. Grelot, éditeur, 18, rue des Fossés-Saint-Jacques. Paris,* 1896.

Le succès ou l'insuccès de l'emploi des accumulateurs dépend autant de leur mode d'entretien que de leur construction, au moins si l'on en excepte quelques modèles récents, remarquablement insensibles à toutes les causes de destruction de leurs aînés. Aussi a-t-on pris l'habitude, dans les installations importantes, de confier la surveillance de la batterie à un ingénieur qui exerce une surveillance continue sur le régime de charge et de décharge, et fait mettre hors circuit tous les éléments qui ne fonctionnent plus normalement.

On peut ainsi, avec un entretien convenablement organisé, tirer le meilleur parti des piles secondaires et éviter de gros déboires. On saura donc gré au rédacteur en chef de l'*Electricien* d'avoir minutieusement décrit tout ce qui a trait à la construction et à l'emploi des accumulateurs. Il ne s'est pas borné à des vues générales, il entre dans la petite technique du métier, dont il donne jusqu'aux moindres ficelles.

L'auteur procède du simple au composé ; après avoir indiqué rapidement le principe des accumulateurs dans deux chapitres où l'on est heureux de retrouver, comme un hommage à Gaston Planté, d'abondantes citations empruntées au créateur désintéressé de cette grosse industrie, nous entrons dans le détail du montage des accumulateurs, pour aboutir aux tableaux de distribution, dont nous trouvons un certain nombre d'exemples. Nous avons vu, du reste, comment les accumulateurs doivent être employés dans certains cas particuliers, par exemple, dans les habitations ou dans les théâtres. Le montage terminé, l'emploi commence ; un important chapitre est consacré à la charge et à la décharge, et quelques pages à l'entretien et aux réparations.

Jusqu'ici, nous sommes restés dans les conditions générales. Nous abordons maintenant l'étude d'un certain nombre de types d'installations dont les accumulateurs ne constituent que l'un des éléments.

Enfin, le dernier chapitre, qui forme à lui seul un tiers de l'ouvrage, contient la description de tous les instruments accessoires : conjoncteurs et disjoncteurs, rhéostats, appareils de mesure, etc.

Le sens essentiellement pratique qui a guidé l'auteur dans la composition de l'ouvrage, en fera un excellent catéchisme de tous ceux qui auront à installer ou à conduire des accumulateurs.

Ch.-Ed. Guillaume.

Joannis (A.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Traité de Chimie organique appliquée.** *Tome I.* Généralités, Carbures, Alcools, Phénols, Ethers, Aldéhydes, Cétones, Quinones, Sucres. — *1 vol. in-8° de 688 pages avec figures. (Prix : 20 francs.) (Encyclopédie industrielle de M. C. Lechalas.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

S'il n'est pas toujours aisé, dans la période de production intensive que nous traversons, d'entreprendre la publication de traités de Chimie organique donnant un aperçu d'ensemble de l'état actuel de la science, combien plus difficile encore est la tâche de celui qui ose aborder les applications de cette partie de la Chimie ! Le nombre des composés organiques qui font l'objet d'une application industrielle est, en effet, légion. Ils ont pénétré dans tous les domaines, se sont imposés au médecin, au teinturier, au parfumeur et à beaucoup d'autres industries. Ils ont même enrichi nos moyens de défense. Aussi faut-il un certain courage pour aborder la rédaction d'un traité embrassant, dans leur ensemble, les variétés si diverses de composés organiques que nous fournissent les fabriques de produits chimiques.

Le volume que nous offre M. Joannis n'a pas en réalité la prétention de passer en revue la préparation de tous ces produits. Il nous semble plutôt que l'auteur ait voulu, à propos de chaque fonction, donner une esquisse des corps qui ont reçu une application. C'est en quelque sorte une initiation modeste à quelques méthodes employées par l'Industrie pour préparer certains types, certaines catégories de composés. Le cadre trop restreint de l'ouvrage ne lui permettait pas d'entrer dans des détails, de traiter à fond tous les sujets. Le chapitre des matières colorantes dérivées des goudrons de houille demanderait à lui seul un traité deux fois plus volumineux.

L'ordre adopté dans cet ouvrage n'est pas celui qu'on emploie généralement dans les traités didactiques courants. L'auteur s'est inspiré de la classification introduite par M. Berthelot dans le traité de Chimie organique que l'éminent chimiste a publié en collaboration avec M. Jungfleisch. Après les généralités obligatoires, il aborde l'étude de la fonction « carbures d'hydrogène », décrit les principaux carbures employés ainsi que leurs dérivés de substitution.

Les différents gaz d'éclairage, l'industrie des pétroles, des carbures benzéniques, des essences de térébenthine, sont traités au point de vue de leurs applications.

Dans le troisième chapitre l'auteur étudie la fonction alcool et passe en revue les principaux représentants de cette classe de composés.

Le quatrième chapitre est consacré aux phénols et à leurs applications principales. Les éthers, les aldéhydes, les cétones, les quinones, font l'objet des cinquième et sixième chapitres et le volume se termine par une étude particulière des sucres, où l'auteur donne un aperçu des différentes méthodes d'extraction de ce produit ainsi que des essais analytiques auxquels il donne lieu.

En résumé, écrit dans une langue sobre et élégante, l'ouvrage de M. Joannis permet d'avoir une idée générale des produits organiques qui sont d'un usage courant et de leurs principales méthodes de préparation.

A. Haller.

3° Sciences naturelles.

Mangin (Louis), *Professeur au Lycée Louis-le-Grand.* — **Recherches anatomiques sur les Péronosporées.** *1 brochure in-8° de 56 pages, avec 12 figures et 2 planches. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, t. VIII.) Imprimerie Dejussieu. Autun,* 1896.

M. Mangin étudie depuis plusieurs années la composition microchimique de la membrane des végétaux, et ses mémoires sur ce sujet ont notablement modifié les idées classiques. Les résultats qu'il vient de publier sur les champignons de la famille des Péronosporées sont aussi fort intéressants. L'attention était attirée depuis longtemps sur la constitution de la membrane de ces parasites, à cause de l'importance de cette question dans la lutte entreprise contre eux par les agriculteurs et les viticulteurs. Leur mycélium présente une résistance toute particulière aux agents proposés comme remèdes à leur envahissement ; la putréfaction qui détruit la plante hospitalière laisse intacte ce mycélium, et c'est même un procédé qui a été proposé pour l'étudier. On supposait, pour expliquer cette résistance, que la cellulose y possède un état d'agrégation particulier. Pour M. Mangin, elle est formée par l'association très intime de la cellulose et de la callose, celle-ci étant la même substance que le cal des tubes criblés des Phanérogames. La callose se reconnaît par les agents chimiques et par les réactifs colorants ; toutefois, ceux-ci n'agissent pas toujours directement, et il est alors nécessaire de modifier préalablement son état d'agrégation par différents agents chimiques. Les composés pectiques font totalement défaut.

Au point de vue anatomique, l'auteur donne des détails fort intéressants sur ces plantes. Les Péronosporées appartiennent au groupe des champignons à structure continue; mais M. Mangin y a reconnu des bouchons irréguliers, surtout callosiques, irrégulièrement répartis, qui remplissent le rôle de cloisons, de sorte qu'en réalité, le protoplasme est fragmenté. Il montre l'analogie, sous ce rapport, entre les tubes mycéliens et les tubes polliniques.

Ces parasites vivent aux dépens des cellules de la plante hospitalière par des suçoirs qu'ils envoient dans leur intérieur. Les suçoirs ont déjà été étudiés par différents auteurs, et en particulier par de Bary; mais M. Mangin nous les fait connaître avec plus de détails et de précision; leur forme est, suivant les espèces, aussi variable que curieuse. Et, fait nouveau et d'un intérêt biologique tout particulier, le protoplasme de la cellule hospitalière se préserve du contact du suçoir en sécrétant autour de lui une gaine callosique qui le recouvre tout entier, de sorte que la nutrition du parasite ne peut s'effectuer que par une double diffusion à travers cette gaine et la paroi du suçoir. L'effort fait par la cellule pour se protéger l'épuise cependant peu à peu, et elle ne tarde pas à mourir.

Quant aux arbres conidifères, bien qu'ils soient externes, ils sont exclusivement cellulosiques, sauf en certains points où la callose existe. Ils ne sont donc pas protégés par une cuticule de cutine. Ceci vient à l'appui de l'idée déjà émise par l'auteur que la cutine n'existe pas là où les composés pectiques sont absents et que, quand elle existe, elle provient de la transformation des composés pectiques et non de la cellulose.

C. Sauvageau.

Le Dantec (F.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **La Matière vivante.** *Avec une préface de M. A.* Giard, *Professeur à la Sorbonne.* — *1 vol. petit in-8° de 192 pages avec figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : cartonné, 3 francs; broché, 2 fr. 50.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1896.

La plupart des biologistes admettent *à priori* que les phénomènes *vitaux* sont simplement des réactions de l'être vivant vis-à-vis des influences physiques ou chimiques. Depuis quelques années, on connaît mieux la structure intime et la physiologie des êtres unicellulaires, et les savants ont cherché, en partant des faits acquis, à *démontrer* cette conception mécanique de la vie.

Par ses remarquables études, Bütschli a réussi à constituer un milieu artificiel très simple reproduisant tous les détails physiques *apparents* du protoplasme avec sa structure alvéolaire. Or, ce milieu présente un certain nombre de phénomènes qui, observés chez les êtres unicellulaires, étaient regardés comme des phénomènes vitaux.

M. Le Dantec, s'engageant dans cette voie, s'occupe surtout des plastides nucléés les plus simples, les Rhizopodes. Il part d'un certain nombre de faits observés et cherche à montrer qu'il est possible « de rapporter « *tous* ces faits aux réactions, dans des conditions dé- « terminées, de substances chimiques déterminées ».

La lumière, la chaleur, l'électricité, l'oxygène, les anesthésiques, certains composés chimiques modifient le mouvement des êtres unicellulaires.

Dans les phénomènes d'*addition*, pour M. Le Dantec, ce qu'il importe de considérer, c'est la tension superficielle au contact du protozoaire étudié et de l'eau qui le baigne. Chez les Rhizopodes réticulés, cette tension serait très faible, et les corps solides qui, par hasard, viennent au contact d'un pseudopode, sont englobés peu à peu. Chez les Rhizopodes lobés, la tension superficielle, au contact de l'eau, serait assez considérable, et les corps englobés ne seraient pas touchés par le protoplasme de l'amibe; ils seraient dans une vacuole remplie d'eau. La forte pression qui existerait dans cette vacuole expliquerait les phénomènes rapides de diffusion qui s'y passent et permettrait une transformation chimique du corps *envacuolé*. Ce corps devient peu à peu *assimilable* au Rhizopode. Tout ce raisonnement suppose que les Rhizopodes ne *choisissent* pas leur nourriture. M. Le Dantec en a observé de semblables; mais chez beaucoup d'amibes, chez les leucocytes des Vertébrés, cette sélection existe.

L'auteur aborde ensuite le rôle du noyau. Pour lui, ce noyau est une partie différentiée du reste du protoplasme et séparée de lui par une certaine tension superficielle.

Les expériences de *merotomie* si intéressantes de Balbiani, Bruno Hofer, Verworn, Le Dantec, ont permis de préciser le rôle important du noyau : les parties nucléées gardent seules le pouvoir d'*assimiler*, c'est-à-dire de faire que le protoplasme puisse rester semblable à lui-même. Les parties non nucléées présentent encore bien des propriétés du protoplasme, mais elles ne tardent pas à dégénérer. Le noyau agit donc pour maintenir la constance de composition du protoplasme. Et cette notion conduit l'auteur à celle de la spécificité du protoplasme.

Disons que ce petit livre, bien qu'écrit dans un but de vulgarisation, reste néanmoins marqué d'un cachet très personnel. Beaucoup de faits d'expérience ou d'observation sur lesquels l'auteur s'appuie, ont été établis par lui dans des mémoires tout récents; le chapitre de l'*Addition*, qui tient une grande place dans l'ouvrage, est surtout très personnel.

D'autre part, le soin avec lequel il a défini tous les termes qu'il emploie, expliqué d'une façon simple et schématique toutes les lois physiques qu'il fait intervenir, rend son livre accessible à tous ceux que les sciences biologiques intéressent et qui cherchent à préciser leurs connaissances sur la notion de la vie.

F. Mesnil.

4° Sciences médicales.

Séglas (Dr J.). — **Le Délire des Négations.** — *1 vol. in-18° de 234 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1896.

Baillarger avait déjà signalé l'existence des idées de négation dans la paralysie générale (il regardait même le délire hypocondriaque de non-existence des organes comme caractéristique de cette affection), mais c'est seulement à la suite des travaux de Cotard que l'attention des aliénistes s'est portée sur ce syndrome qu'on rencontre au cours de plusieurs psychoses et particulièrement du délire mélancolique. Depuis 1880 les observations se sont multipliées, des polémiques assez vives se sont engagées sur les conclusions que les auteurs avaient cru pouvoir tirer des faits qu'ils avaient recueillis; des essais d'interprétation systématique ont été tentés; l'heure était venue de reprendre la question dans son ensemble, de faire le départ entre ce qui est définitivement acquis et ce qui repose sur des observations incomplètes et de trop hâtives généralisations, de rechercher enfin de ces phénomènes, dont l'histoire clinique est esquissée en ses grandes lignes, une explication psycho-physiologique; c'est la tâche qu'a voulu accomplir M. Séglas, et, bien que l'on doive faire sur le bien-fondé de certaines de ses interprétations d'expresses réserves, on ne saurait méconnaître qu'il a apporté dans l'étude de ce sujet difficile et neuf les mêmes qualités de clarté, de précision et d'ordre dont il avait fait preuve dans la belle monographie qu'il consacrait récemment aux troubles du langage chez les aliénés [1]. La première chose à faire, c'était de définir nettement le sens de l'expression « Délire des négations ». Un grand nombre des polémiques qui sont périodiquement soulevées dans le monde des aliénistes sont, il faut bien l'avouer, des

[1] 1892, Paris. Rueff et Cie, in-16, 303 p.

querelles de mots ; on s'entendrait aisément d'ordinaire sur les faits eux-mêmes, on parviendrait même parfois à s'entendre sur les interprétations qu'il convient d'en donner ; mais ce qui rend toute entente laborieuse et précaire, c'est l'habitude, malheureuse et difficile à déraciner, de désigner par le même nom des affections différentes ou de donner à une même affection des noms multiples qui s'appliquent en même temps à d'autres maladies. Aussi est-il à souhaiter que l'accord se fasse et que les définitions formulées par M. Séglas soient acceptées de tous ou telles autres que l'on voudra à leur défaut ; les dénominations n'ont ici, après tout, qu'une valeur arbitraire ; ce qui importe, c'est que tout le monde entende la même chose par le même mot.

M. Séglas propose d'appeler syndrome de Cotard ou délire des négations mélancolique ou délire des négations type Cotard le complexus symptomatique, où les idées de négation apparaissent comme l'aboutissement de conceptions mélancoliques délirantes, qui puisent elles-mêmes leur origine dans l'état émotionnel particulier aux malades de cette espèce. On pourra alors désigner par le nom de « folie des négations » les cas de mélancolie où se rencontrera ce syndrome, tandis que le terme de « délire des négations » s'appliquera à tout ensemble systématique d'idées de négation, quelle que soit la forme psychopathique où nous les rencontrions. Il faut enfin noter qu'en dehors des cas où les idées de négation se présentent à nous groupées en un système, il en est d'autres où elles apparaissent isolées, diffuses, sans liens et presque incohérentes.

M. Séglas a consacré à l'étude du délire des négations mélancolique la première partie de son livre ; c'en est, à vrai dire, la partie essentielle et de beaucoup la plus intéressante. M. Séglas présente, en un tableau d'ensemble, la symptomatologie complexe de l'affection qu'il étudie : idées de négation, idée d'immortalité, délire d'énormité, idées de grandeur, idées délirantes mélancoliques (incapacité, ruine, culpabilité, indignité, etc.), idées de possession et de damnation, troubles de la sensibilité, hallucinations, ce sont autant de manifestations diverses de la maladie qu'il décrit successivement. Il indique alors les réactions que provoquent, chez cette catégorie de malades, à la fois leur état émotionnel et les conceptions délirantes dont ils sont les sujets ; il retrace à grands traits l'évolution de cette entité morbide qu'il a désignée sous le nom de folie des négations ; puis il s'attache à déterminer la genèse psychologique des phénomènes qu'il a décrits et les rapports de subordination qui les unissent les uns aux autres, et, après avoir passé en revue certaines formes frustes ou à évolution rapide, qui ne répondent qu'incomplètement au schéma clinique qu'il a tout d'abord tracé, et consacré quelques pages au diagnostic différentiel entre le délire mélancolique de négation et les autres types de délire de négation, il analyse certaines observations où les conceptions délirantes négatives se trouvent associées à de véritables idées de persécution et qui constituent ainsi des formes de transition ou de passage. Tout d'abord, ce qu'il importe de signaler, c'est que la couleur mélancolique du délire persiste pendant l'évolution tout entière de la maladie ; lorsqu'il apparaît des idées de grandeur, elles n'ont pas le caractère qu'elles présentent soit chez le délirant chronique ambitieux, soit chez le dégénéré mégalomane ; elles n'entraînent pas un jugement favorable du malade sur sa personne, ni sur sa conduite. Il en arrive à se considérer comme un être d'exception, mais dont la misère seule ou la méchanceté est exceptionnelle et d'une incomparable grandeur. S'il se montre parfois des idées véritables de satisfaction, elles ont trait à l'ancienne personnalité du malade, à une personnalité qui n'a plus de lien, à vrai dire, avec sa personnalité actuelle et qui constitue avec elle un frappant et douloureux contraste ; c'est à ce moi d'autrefois qu'il attribue mille qualités dont il souffre cruellement d'être, dans le malheur profond où il vit, si complètement dépourvu. Ces idées de grandeur sont au reste rares et n'apparaissent qu'à une période très avancée de la maladie, alors qu'elle a pris un caractère chronique très net. Elles succèdent d'ordinaire à des idées pseudo-mégalomaniaques, dont l'ensemble constitue ce que Cotard avait désigné du nom de délire d'énormité, et parmi lesquelles la plus fréquente est l'idée d'immortalité. Elle a, semble-t-il, son origine dans certaines idées de négation. Les malades croient qu'ils ne mourront pas, parce qu'ils n'ont plus d'organes, de chair, de sang, d'os, que déjà ils ne vivent plus au sens habituel du mot. Ces diverses conceptions délirantes coexistent avec les idées délirantes qu'on rencontre d'ordinaire chez les mélancoliques et qui, au reste, chez ces malades négateurs, les précèdent toujours. Le délire mélancolique lui-même n'est jamais un délire d'emblée. Ce qui est ici primitif, c'est l'état émotionnel, l'état de dépression ou d'anxiété, la douleur morale. La douleur préexiste aux idées délirantes ; ce sont d'inconscientes explications que se crée à lui-même le malade de l'état pénible et inaccoutumé où il se trouve ; le délire est une conséquence et non une cause de l'état mélancolique. Aussi ne faut-il pas s'étonner que le malade, déprimé par la douleur qu'il ressent et qui ne fait du reste que traduire dans sa conscience les troubles organiques dont il est atteint, n'ait pas dans ses réactions la même énergie que le dégénéré chez lequel des idées de persécution apparaissent d'emblée, ni même que le délirant chronique dont les facultés intellectuelles n'ont pas subi la déchéance dont sont temporairement frappées l'intelligence et la volonté du mélancolique. Il est donc d'ordinaire résigné et passif et les idées mêmes de possession et de persécution dont il est fréquemment le sujet affectent chez lui un caractère tout différent que chez les autres malades. Il n'est pas à craindre que le persécuté mélancolique devienne jamais persécuteur ; il ne rend pas les autres responsables des souffrances qu'il endure, il les juge légitimes et y voit un châtiment de sa propre perversité. Cet état émotionnel pénible, qui est à la racine de tous les désordres intellectuels dont un mélancolique peut être le sujet et qui vient colorer d'une teinte uniforme toutes ses conceptions délirantes, trouve lui-même son origine dans un ensemble de troubles organiques qui, en s'accentuant, donneront naissance à une période plus avancée de la maladie, aux idées de négation.

Il semble, en effet, qu'à analyser de très près les faits réunis par M. Séglas lui-même, on en arrive à la conclusion que les idées de négation qui apparaissent chez les mélancoliques ne sont pas, ainsi qu'il l'affirme à plusieurs reprises, sous la dépendance directe de leur état émotionnel, mais bien plutôt que ces idées de négation et les autres conceptions qui leur font cortège, résultent directement, comme l'état émotionnel lui-même, des troubles de la cénesthésie et des altérations consécutives de la personnalité ; elles ne feraient alors qu'exprimer une aggravation de ces altérations et de ces troubles. La sensibilité à la douleur, les sensibilités tactile, articulaire et musculaire sont également altérées ; la notion de la position des membres, de leur dimension, de la résistance des corps extérieurs est profondément troublée. Des sensations douloureuses subjectives apparaissent presque en tous les cas et parfois de la névralgie générale ; en même temps les sensations viscérales, dont l'ensemble forme la véritable base organique du moi, se modifient profondément et affectent d'ordinaire un caractère pénible. Les hallucinations auditives et visuelles semblent avoir en ces formes psychopathiques un caractère secondaire et traduire au dehors pour le sujet, extérioriser ses conceptions délirantes ; elles ne les font pas naître, elles les réalisent objectivement. Il faut noter aussi l'existence d'hallucinations musculaires (sentiments de déplacement, de chute, etc.) et celle d'hallucinations génitales. Parmi les hallucinations musculaires, il en est une catégorie à laquelle M. Séglas (qui a du reste

consacré à son étude plusieurs importants mémoires) assigne une importance toute spéciale, celle des « hallucinations verbales psycho-motrices ».

C'est là un nom, à mon sens, fâcheux; il traduit, en effet, des conceptions psycho-physiologiques inexactes et arriérées ou prête du moins à des équivoques qu'il serait utile d'éviter; toute représentation, en réalité, est motrice, psycho-motrice si l'on veut, initiatrice de mouvements; les sensations et les images visuelles ou tactiles le sont au même degré que les sensations et les images musculaires; elles atteignent d'autre part les unes et les autres les centres cérébraux par voie centripète, elles sont les unes et les autres des processus afférents. Si l'on peut admettre l'existence d'un sentiment d'innervation centrale, de tension motrice, il est certain, en revanche, en dépit des théories longtemps en vogue, que nous n'avons pas conscience de la décharge motrice et que nous ne connaissons les mouvements que nous accomplissons que par les sensations de divers ordres qu'ils provoquent. Mais si les hallucinations ne sont que la résurrection dans notre conscience de sensations passées, diversement groupées et combinées entre elles, si, identiques en nature aux sensations, elles sont liées comme elles au fonctionnement de cellules sensitives, il faut admettre que les hallucinations musculaires, qu'il s'agisse d'hallucinations localisées dans la langue ou d'hallucinations localisées dans la main, sont, elles aussi, la réapparition dans le champ de la conscience d'images d'une certaine catégorie, qu'elles ne diffèrent pas en cela des hallucinations des sens spéciaux ou des hallucinations viscérales et qu'elles ont même signification et même portée. Elles sont excitatrices de mouvements, cela n'est pas douteux; mais, ce qui apparaît en nous, c'est l'image des contractions musculaires effectuées : les hallucinations verbales sont au sens propre du mot des hallucinations, c'est-à-dire des sensations spontanément renaissantes, ce ne sont pas, ce que semblerait vouloir indiquer le nom qu'on leur a attaché, des hallucinations de tendances, si j'ose ainsi parler, la conscience d'une décharge motrice illusoire.

La question sans doute serait demeurée claire pour tout le monde, si ces hallucinations verbales ne se compliquaient pas la plupart du temps d'impulsions verbales, qui aboutissent à des mouvements réels de la langue et souvent à des mots prononcés tout bas et parfois même à haute voix. Que se passe-t-il alors? Simplement, ce qui se passe à l'état normal, chez les gens du type moteur; l'image verbale d'articulation provoque l'apparition du geste vocal, ensemble de contractions musculaires, que nous connaissons par voie centripète, comme la provoquerait une image tonale ou visuelle; en ce cas l'image et la sensation musculaires se confondent presque en un seul état de conscience, et il nous semble connaître avant qu'il s'accomplisse le mouvement complexe que nous effectuons. Il en est de même chez l'halluciné, et, comme le complexus de représentations qui détermine chez lui ces gestes vocaux involontaires est dissocié des autres représentations qui forment le contenu de sa conscience, il a l'impression qu'on le fait parler; il sent qu'on fait malgré lui remuer sa langue, et non pas seulement sa langue qui remue. Mais encore une fois, ce n'est pas là une catégorie spéciale de phénomènes et la seule différence entre les images musculaires motrices et les autres images, motrices elles aussi, c'est que dans le premier cas la représentation excitatrice du mouvement et la sensation provoquée par le mouvement effectué sont identiques, tandis que dans le second elles appartiennent à des domaines sensoriels différents et ne peuvent, par conséquent, se fondre de la même manière en un seul état de conscience.

Si j'insiste aussi longuement sur cette question en apparence secondaire dans le sujet qui nous occupe, c'est que M. Séglas, en une autre partie de son livre, tente de caractériser le délire mélancolique, et en particulier le délire mélancolique des négations, en le qualifiant de délire psycho-moteur. C'est là une expression ambiguë et dont le sens est fuyant; cette discussion sur la signification psychologique véritable des hallucinations motrices verbales nous permettra peut-être de la préciser. Avec grande raison, M. Séglas voit dans les troubles somatiques que présentent les mélancoliques au début de la maladie, dans l'état défectueux de leur nutrition et l'épuisement nerveux qu'on remarque chez eux, la cause initiale des altérations de leur sensibilité perceptive et affective, qui déterminent à leur tour ces désordres fonctionnels de leur intelligence, dont l'aboutissement fréquent est la création de conceptions délirantes. Ces troubles ont de très étroites analogies, au début du moins, avec ceux de la neurasthénie. Ce sont les mêmes douleurs vagues, les mêmes sensations viscérales anormales, qui se traduisent dans la conscience en une impression confuse de malaise général et de gêne indéterminée; ces malades ne se reconnaissent plus eux-mêmes, ils s'apparaissent à eux-mêmes différents de ce qu'ils étaient autrefois, ils sont comme dépaysés dans leur propre moi; il y a conflit et conflit pénible entre le moi cénesthétique actuel et cet autre que constitue l'ensemble des images et des souvenirs. Les centres nerveux, d'ailleurs, participent à la souffrance générale de tout l'organisme et les images anciennes subissent, elles aussi, comme les sensations actuelles de profonds changements; les malades voient les objets, les touchent, mais ne les reconnaissent plus qu'à demi, c'est qu'ils leur apportent des impressions nouvelles et qu'à leur tour ces sensations inaccoutumées n'évoquent plus que très imparfaitement les images, altérées elles aussi, qui étaient liées aux sensations d'autrefois. Ces troubles de la perception et de l'association, ces altérations de la cénesthésie, s'accompagnent nécessairement d'émotions pénibles, qui se traduisent assez vite dans l'aspect du malade par des conceptions hypocondriaques. En même temps l'exercice de la pensée, le raisonnement, l'attention deviennent douloureux et difficiles en raison à la fois de l'instabilité, de la nouveauté, de l'incohérence entre elles et avec les images anciennes de ces nouvelles sensations, en raison aussi de la mauvaise nutrition des centres nerveux, et la conscience de cette impuissance croissante contribue à donner au mélancolique un sentiment plus aigu encore de sa déchéance.

Ce sont ces troubles de l'idéation que M. Séglas qualifie de psycho-moteurs, parce que ce sont, dit-il, des modifications « des mouvements internes de la pensée ». Il y a là un véritable abus de mots. Parce qu'on a comparé le passage d'une pensée à une autre au passage d'un lieu à un autre, il ne s'ensuit pas qu'au sens précis et scientifique du terme, il y ait rien là qui ressemble à un mouvement. Les processus psychiques, sans doute, sont tous associés à des processus cérébraux, ou plutôt ils ne sont qu'un autre aspect de ces processus cérébraux, et les processus cérébraux, comme les autres processus biologiques, se peuvent réduire, probablement, à des systèmes complexes de phénomènes mécaniques; mais si c'est sous cet angle que M. Séglas nous convie à regarder les choses, il pourrait donner en toute certitude le nom de phénomènes psycho-moteurs à tous les raisonnements de l'arithmétique ou de l'algèbre. Il est vraisemblable cependant que c'est en ce sens vraiment bien général qu'il faut entendre les expressions qu'emploie M. Séglas, car un peu plus loin il en arrive à écrire : « La douleur morale est absolument assimilable à la douleur physique, qui n'est, elle aussi, qu'un simple mode de mouvement. » Sentir n'est pas se mouvoir, qu'il s'agisse d'une piqûre d'aiguille ou de la mort d'un être aimé, et ce n'est sans doute que l'étroite liaison qui existe entre l'activité des centres cérébraux et les phénomènes psychiques que M. Séglas a voulu mettre ici en lumière. Mais si c'est ainsi qu'il faut entendre l'expression de « psycho-moteur » et, à vrai dire, dans le cas où l'emploie M. Séglas, il n'y a guère d'autre sens à lui attribuer, à moins que l'on n'y veuille voir une

simple métaphore, les renseignements qu'elle nous apporte sur la nature d'un délire sont pauvres, puisqu'ils se réduisent à affirmer que cet état mental a, comme tous les autres états psychiques, certains phénomènes cérébraux pour antécédents nécessaires.

Si on laisse de côté cette conception inutile et parasite du caractère psycho-moteur présenté par le délire mélancolique, il demeure des analyses de M. Séglas de très solides et très importants résultats; les causes à la fois sensitives et intellectuelles de la douleur profonde et inapaisable du mélancolique, sont nettement dégagées, et on comprend aisément alors comment l'aggravation des mêmes troubles organiques doit donner naissance à ces multiples altérations de la personnalité, qui apparaissent dans la mélancolie chronique. La rareté des hallucinations auditives et visuelles, la multiplicité au contraire des hallucinations viscérales, tactiles, musculaires, etc., expliquent le caractère de ce délire où l'esprit semble être replié sur lui-même et regarder en soi, fermé aux impressions du dehors. L'attention aux objets extérieurs devient en de telles conditions presque impossible, et c'est chose frappante, en effet, que la perpétuelle distraction du mélancolique. La conséquence, c'est qu'il connaît mal ce qui l'entoure, qu'il n'a plus des êtres et des objets au milieu desquels il vit que des notions incertaines et vagues et ce vague, cette incertitude même augmentent encore l'état d'appréhension et d'anxiété où il se trouve par instants plongé. La faiblesse et l'incohérence des images visuelles, l'altération des images musculaires font pour ces malades les mouvements pénibles et lents, et ceux-là seuls continuent à s'accomplir aisément qu'un long usage a rendus automatiques. Si la faiblesse de la plupart des représentations a ici un rôle de première importance, l'intensité, l'énergie de certaines classes d'images contribue, elle aussi, à arrêter les processus normaux d'association et à maintenir l'esprit dans la perpétuelle et douloureuse contemplation des mêmes souffrances. Peu à peu, il se produit dans la conscience de ces malades une espèce de monoïdéisme; l'angoissante préoccupation qui les torture chasse de leur esprit toutes les autres images, toutes les autres idées, toutes les autres sensations; ils en arrivent à une sorte d'extase, à cette stupeur, véritable hypertrophie de l'attention, qui forme avec la stupidité de l'idiot, si semblable par certains côtés, un contraste psychique parfait. Et il semble que ce soit avec raison que M. Séglas, à la suite de Griesinger, voit dans cette morbide concentration de l'esprit l'une des origines des idées de négation.

Des deux facteurs de notre personnalité : la mémoire, ensemble des souvenirs, et la cénesthésie, le premier demeure chez les mélancoliques relativement intact. Aussi peut-on comprendre facilement que lorsqu'une personnalité nouvelle se forme chez ces malades, leur ancien moi subsiste pourtant à côté d'elle, et c'est pour cela qu'ils ont l'impression de n'être plus eux-mêmes, d'avoir cessé d'être, de ne plus vivre et de durer cependant. Leur personnalité ancienne ne demeure pas toujours assez intacte pour que, comme chez les possédés, le moi nouveau semble en changer et comme un intrus; mais du moins les souvenirs ne sont pas abolis à ce point qu'une personne nouvelle se puisse substituer à l'ancienne sans que nulle conscience ne se manifeste du changement. C'est là un aspect du sujet que M. Séglas a étudié avec une grande sûreté d'analyse et son livre constitue à ce point de vue une très utile contribution à la psychologie, il peut prendre rang à côté des travaux classiques de Krishaber et de Taine sur la névropathie cérébro-cardiaque.

L'auteur a consacré la seconde partie de son ouvrage à l'étude du délire de négation et des idées de négation en dehors de la mélancolie. Tout d'abord, il est des cas, rares il est vrai, où des troubles de la sensibilité, analogues à ceux qui servent d'origine et de point de départ au délire mélancolique, déterminent les mêmes altérations de la conscience et de la personnalité, les mêmes idées systématiques de négation, mais sans faire apparaître les réactions émotionnelles habituelles, c'est qu'un élément fait défaut, un élément essentiel à la genèse de la mélancolie, la dépression organique, la faiblesse irritable du système nerveux. On a simplement affaire ici à des malades chez lesquels les hallucinations de la cénesthésie tiennent la place prépondérante et qui présentent, en même temps que des anesthésies de diverses natures et diversement localisées, des troubles marqués des processus d'association. Les sensations visuelles et auditives sont normales, l'attention objective possible, la volonté demeure intacte; au lieu de la résignation du mélancolique, des réactions parfois fort énergiques, au lieu de son délire monotone et fixe, un délire actif, progressif et varié. Les malades de cette catégorie, loin de s'accuser eux-mêmes de crimes imaginaires que leur font expier leurs souffrances, attribuent les douleurs qui les assaillent à la méchanceté de leurs ennemis. Ces délires où les idées de persécution et de possession font cortège aux idées de négation et où manquent les émotions dépressives, caractéristiques de la mélancolie, constituent une transition entre la folie des négations de Cotard et les idées systématisées de persécution des délirants chroniques et des dégénérés.

Mais où le délire des négations apparaît le plus nettement et avec la symptomatologie la mieux définie en dehors du groupe des mélancoliques, c'est dans cette classe particulière de dégénérés que forment les hypocondriaques. Les troubles de la cénesthésie sont ici encore à la racine même de l'affection, mais ils ne revêtent pas le même aspect que chez les mélancoliques. Cette sorte d'indifférence, d'anesthésie à la douleur physique qui est de règle chez le mélancolique, fait place à une sensibilité exaltée, exagérée, que tout heurte et fait souffrir; nulle dépression organique, nulle atonie du vouloir, les images ont conservé intactes leur intensité, leur puissance motrice. Si l'on remarque d'ordinaire chez ces malades une extrême concentration d'esprit, ils ne sont pas fermés, tant s'en faut, aux impressions qui viennent du dehors; ils sont perpétuellement au contraire en éveil, en garde contre tout ce qui pourrait exciter encore les douleurs multiples et insaisissables qui les assiègent et les supplicient. Ils ressemblent bien davantage, à vrai dire, aux persécutés négateurs qu'aux mélancoliques, mais il n'y a chez eux ni les mêmes troubles des processus d'association, ni la même activité hallucinatoire.

Chez les paralytiques généraux, les séniles, les individus atteints de lésions cérébrales circonscrites, on peut noter aussi la présence d'idées de négation, mais qui, en raison du caractère démentiel que présentent les délires de ces diverses classes de malades, n'arrivent point à se systématiser. Elles sont particulièrement fréquentes dans la paralysie générale. Elles apparaissent aussi parfois dans les délires fébriles et l'alcoolisme; elles sont habituelles dans la confusion mentale primitive, ce qui ne saurait étonner, puisque le trait dominant de cette psychose aiguë, c'est une perturbation profonde de tous les processus d'association. Le malade, condamné à ne plus rien reconnaître, est bientôt entraîné à nier l'identité, la réalité, l'existence même des objets qui l'entourent et de sa propre personne, d'autant que ces troubles empêchent, en même temps que le rappel des perceptions anciennes, l'intelligence des sensations actuelles, tant périphériques que viscérales.

Tel est, en ses traits essentiels, le livre de M. Séglas; nous espérons que les vives critiques auxquelles nous ont contraint les quelques vues psychologiques très contestables qui s'y sont glissées ne feront pas se méprendre sur l'opinion que nous a inspirée, comme elle l'inspirera à tous ceux qui la liront, cette originale, utile et pénétrante monographie.

L. Marillier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Juillet 1896.

M. **Christie** est élu Correspondant dans la Section d'Astronomie en remplacement de M. Hind, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Gill** présente cinq photographies de la région entourant η d'Argus, faites avec des poses variant de 6 minutes à vingt-quatre heures; la dernière montre plus de 400.000 étoiles. — M. **J. Boussinesq** donne les lois générales du régime uniforme dans les lits à grande section. — M. **A. Korkine** discute les résultats obtenus par M. Painlevé dans sa précédente note sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre. — M. **Vénukoff** donne la valeur des attractions locales observées en divers points de l'Europe Orientale.

2° Sciences physiques. — M. **Marcellin Langlois** envoie un mémoire sur une nouvelle théorie de la Capillarité. — M. **E. H. Amagat** a vérifié d'une façon très ingénieuse et avec une assez grande rigueur la loi des états correspondants de Van der Wals. Cette loi peut se traduire ainsi : Si les réseaux d'isothermes de deux substances quelconques ont été construits à une même échelle (les constantes critiques étant prises pour unités), les deux réseaux devront pouvoir coïncider. M. Amagat a gravé sur verre les réseaux de deux substances (éthylène et acide carbonique) et a projeté le premier sur le second en lumière parallèle, de façon à le ramener à la même échelle; la coïncidence des traits est presque parfaite, et la loi se trouve vérifiée. — M. **Gouy** a repris ses expériences sur la réfraction et la diffraction des rayons X en essayant de les rendre plus précises; les écarts produits par la réfraction ne dépassent pas quelques microns et sont de l'ordre des erreurs admissibles; l'indice n excède l'unité de moins de $\frac{1}{1.000.000}$; de même pour la diffraction; si elle existe, la longueur d'onde des rayons X est considérablement plus petite que $0^{\mu},005$. — MM. **Jean** et **Louis Lecarme** se proposent d'étudier la combinaison des mouvements pendulaires par le procédé suivant : deux pendules oscillent dans deux plans différents; l'un a une longueur fixe, l'autre une longueur variable; le premier porte une plaque de verre enfumée, l'autre un style d'acier inscrivant son mouvement sur cette glace; on obtient ainsi des courbes analogues à celle de Lissajous. — M. **C. Decharme** a déterminé la hauteur des sons rendus par des tiges cylindriques entaillées vibrant transversalement; lorsque les entailles sont faites du milieu de la tige en allant vers les extrémités, le son baisse rapidement, à mesure que les entailles augmentent, passe par un minimum et remonte légèrement; quand les entailles sont faites en allant des extrémités vers le milieu, le son monte, passe par un maximum, redescend, passe par un minimum et remonte à la même hauteur que dans l'autre cas. — M. **H. Moissan** a obtenu le tungstène pur au four électrique en réduisant l'acide tungstique par le charbon au-dessous du point de fusion du métal. Si le charbon est en excès ou si on dépasse le point de fusion du tungstène, on obtient un carbure défini CTu^2. Le tungstène pur peut se limer, se forger, se cémenter; il n'agit pas sur l'aiguille aimantée. — M. **H. Moissan** a reconnu que, de même que le platine, le rhodium, le palladium et l'iridium dissolvent le carbone avec facilité à la température du four électrique, l'abandonnent avant leur solidification sous forme de graphite, mais ne s'y combinent pas et ne forment pas de carbures. Tous ces graphites sont foisonnants. — M. **R. Colson** a constaté que, si une plaque de zinc décapée est mise en contact à l'obscurité avec une plaque sensible au gélatino-bromure, le développement fait apparaître une teinte d'un gris foncé sur la surface de contact. M. Colson conclut de l'étude de ce phénomène qu'il y a production de vapeurs de zinc qui amorcent probablement la réduction du bromure d'argent, complétée ensuite par le révélateur. — M. **V. Thomas** a fait réagir le peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine fondu; il n'y a pas de combinaison, mais simple dissolution; à mesure que le chlorure se solidifie, le peroxyde d'azote se dégage. — M. **A. Mourlot** a fondu au four électrique les sulfures de plomb, d'antimoine, de zinc et de cadmium et les a obtenus cristallisés par refroidissement; soumis à une température plus élevée, les deux premiers de ces sulfures se décomposent en donnant du métal pur sans formation de sous-sulfure. — M. **Ch. Moureu** a fait la synthèse de deux isomères de l'anéthol ou parapropénylanisol, les dérivés ortho et méta, en faisant réagir à chaud l'anhydride propionique et le propionate de soude sur l'anhydride ortho ou méta-méthoxybenzoïque. — En faisant réagir le chlorure d'éthyloxalyle sur le naphtalène en présence de chlorure d'aluminium, M. **L. Rousset** a obtenu l'acide α-naphtyl-glyoxylique, dont il étudie les dérivés. — M. **Christomanos** a trouvé à la surface de la calamine du Laurium un sédiment pulvérulent, en grains très fins, de couleur orange; cette poudre est du sulfure de cadmium presque pur, donc de la greenockite, mais elle est tout à fait amorphe.

3° Sciences naturelles. — M. **Albert Gaudry** présente son ouvrage : *Essai de Paléontologie philosophique*, et en expose les idées générales. — M. **A. d'Arsonval** décrit un nouveau dispositif simple et pratique pour produire d'une façon continue les courants à haute fréquence et étudier commodément leur action physiologique. Il a vérifié de nouveau, en plaçant les animaux en expérience sur une balance enregistrante qui indique leur diminution de poids, que les combustions organiques s'exagèrent sous l'influence des courants à haute fréquence. — M. **A. d'Arsonval** a soumis à l'influence des courants de haute fréquence des personnes atteintes de maladies dites par ralentissement de la nutrition (diabète sucré, obésité, etc.). Les résultats sont très encourageants. Chez les diabétiques, la quantité de sucre a considérablement diminué, tandis que la toxicité urinaire a augmenté. — MM. **Bosc** et **Vedel** ont recherché expérimentalement les effets des injections intra-veineuses massives des solutions salines simples ou composées. La valeur physiologique de la solution saline composée (NaCl, Na^2SO^4, etc.) n'est pas supérieure à celle de la solution salée simple; par suite, la solution salée simple à 7 ‰ de NaCl est suffisante et paraît la plus convenable pour les injections intra-veineuses. — M. **Lecercle** a observé que l'évaporisation cutanée, admise comme nulle, jusqu'à présent, chez le lapin, est, au contraire, assez abondante pour le train postérieur débarrassé de poils; la pilocarpine a une influence variable sur cette évaporation suivant les animaux. — M. **A. Gruvel** signale quelques points intéressants de son étude histologique sur les muscles des Cirrhipèdes. — MM. **Frêche** et **L. Beille** signalent la présence accidentelle chez l'homme d'un parasite appartenant à l'ordre des Thysanoures. — M. **A. Delebecque** explique, d'après certaines expériences de M. Schlœsing, comment certains lacs ne possèdent pas de

ravins sous-lacustres. Dans les lacs dont la teneur en bases alcalino-terreuses descend au-dessous de 0 gr. 06 par litre, la précipitation des alluvions argileuses apportées par les affluents ne se fait qu'avec une extrême lenteur et sur toute l'étendue du bassin; il ne peut donc se former de ravins sous-lacustres dans ces lacs. — M. **E. Belloc** décrit un nouveau sondeur portatif à fil d'acier.

Séance du 13 Juillet 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** donne les lois du régime uniforme dans les canaux rectangulaires larges et dans les tuyaux ou canaux à section circulaire ou demi-circulaire. — M. **P. Painlevé** établit de nouveaux résultats relatifs aux équations différentielles du premier ordre et répond aux remarques de M. Korkine. — M. **G.-A. Miller** rectifie une note de M. Levavasseur sur les groupes de substitutions et établit, en outre, la formule qui donne le nombre de groupes de substitutions (transitifs et intransitifs) dont l'ordre est le produit de deux nombres premiers p et q ($p > q$). — M. **J. Hadamard** établit, par une autre démonstration plus rigoureuse, les résultats qu'il a déjà énoncés sur la fonction $\zeta(s)$. — MM. **Edmond** et **Maurice Fouché** montrent qu'étant donné un système matériel sur lequel n'agit aucune force extérieure, en mouvement autour de son centre de gravité, ce mouvement s'effectuant d'abord comme si le système était solide, on peut, par *un cycle d'opérations fermé*, c'est-à-dire en ramenant finalement le système à sa force primitive, et en ne faisant intervenir que des *forces intérieures* au système, arriver à faire prendre à l'axe de rotation du système une position relative qu'il n'aurait jamais pu prendre si le système était demeuré invariable. — M. **L. Lecornu** établit les formules de l'équilibre d'élasticité d'un corps tournant et en fait une application aux meules cylindriques. — M. **L. Gardère** adresse un mémoire intitulé : « Navigation aérienne. Aviation. Machine volante. »

2° Sciences physiques. — M. **E.-H. Amagat** s'est servi de la coïncidence des réseaux, qui lui a permis de vérifier la loi de Van der Wals, pour déterminer les constantes critiques d'une des substances, celles de l'autre étant connues. Au moyen des mêmes réseaux, il a aussi vérifié la loi de Young d'après laquelle, à des températures correspondantes, le quotient $\frac{pv}{T}$ est le même pour tous les corps. — M. **C. Raveau** indique un autre moyen de vérifier le théorème des états correspondants. Au lieu de prendre pour coordonnées d'un point pv et p comme le fait M. Amagat, on porte sur les axes les logarithmes de ces quantités; on passera d'un point au point correspondant en augmentant son abscisse et son ordonnée de deux constantes (au lieu de les multiplier par deux facteurs constants), c'est-à-dire qu'on passera d'une courbe à la correspondante par une simple translation. Si donc le théorème de Van der Wals est vrai, les réseaux des différents corps seront superposables. — M. **Marcellin Langlois** adresse un mémoire intitulé : « Nouvelle théorie capillaire. Tensions superficielles. Volumes moléculaires. Congélation. » — M. **G. Vert** communique un mode de représentation graphique des ondes lumineuses. — M. **A. Broca** a réalisé un galvanomètre absolument astatique et de grande sensibilité par l'emploi des équipages à aiguilles verticales, ces aiguilles ayant en leur milieu un point conséquent. — M. **Ernest Moussard** indique un procédé pour photographier en creux les objets en relief et *vice versa*. — M. **A. Graby** adresse un mémoire intitulé : « Fixage des photographies en couleur sur papier. » — M. **H. Pallat** a observé des effets analogues à ceux signalés récemment par M. Colson. Un barreau d'acier, placé sur une plaque sensible, mais séparé d'elle par une carte de visite, l'a impressionné dans l'obscurité. Ces effets sont dus soit à l'émission de vapeurs par le métal, soit à l'émission de radiations invisibles, analogues à celles produite par l'uranium. — M. **E. Villari** étudie la décharge des corps électrisés par les rayons X. La décharge du conducteur se ralentit lorsqu'on diminue la surface de conducteur isolé en le recouvrant en partie ou en totalité avec de la paraffine ou lorsqu'on l'entoure d'un tube de paraffine ou de métal isolé; l'électricité de la décharge se transporte sur ces tubes, qui jouent alors l'office de condensateurs. — M. **E. Villari** étudie l'action des tubes et des disques métalliques sur les rayons X; d'après ses expériences, il lui semble que les rayons X agissent non seulement du côté de leur direction, mais aussi latéralement. — M. **H. Gautier**, par l'étude des courbes de fusibilité de différents alliages, a cherché à obtenir des renseignements précis sur la composition chimique de ces alliages. Les courbes de fusibilité des alliages étain-nickel, étain-aluminium, aluminium-argent, antimoine-aluminium, font prévoir l'existence de combinaisons définies de formules Ni^3Sn^2, $SnAl$ ou Sn^3Al^2, Ag^2Al et $SbAl$. — Dans le but de confirmer les expériences de Moissan sur la fabrication du diamant, M. **Rossel** a recherché si certains aciers très durs, produits à haute température et refroidis sous haute pression, ne contenaient pas de diamants microscopiques. Il a en effet trouvé des résidus cristallisés en octaèdres réguliers d'une dimension de 15 microns, inattaquables à tous les agents chimiques, et brûlant dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique. — M. **R. Vigouroux** étudie l'action du silicium sur les métaux; ceux-ci peuvent être divisés en deux groupes : 1° Les uns (métaux alcalins, Zn, Pb, Sn, Sb, Bi, Au, Ag) dissolvent plus ou moins le silicium et l'abandonnent ensuite sous forme de cristaux; les autres (Fe, Cr, Ni, Co, Mn, Cu, Pt,) s'unissent directement avec lui pour former des siliciures parfaitement cristallisés, dont quelques-uns dissolvent le silicium. — M. **Raoul Varet** termine ses études sur les cyanures doubles. Les sels doubles que forment les cyanures métalliques proprement dits avec les cyanures alcalins et alcalino-terreux ont sensiblement même chaleur de formation dans l'état dissous, lorsque l'on considère un même groupe de sels. Ils ne sont pas dissociables par la dialyse. Ces caractères permettent de les considérer comme des dérivés d'acides complexes qui n'existent pas à l'état libre, ou sont tout au moins très instables, comme l'acide argentocyanhydrique. — M. **Marcel Delépine** a constaté qu'à haute température et en tubes scellés l'eau réagit sur l'aldéhyde formique suivant les deux équations suivantes :

$$2CH^2O + H^2O = CH^2O^2 + CH^4O$$
$$3CH^2O + H^2O = CO^2 + 2CH^4O$$

Il est possible que des réactions semblables se passent physiologiquement à la température ordinaire dans les végétaux, ce qui permettrait d'expliquer plusieurs points obscurs des réactions chimiques des plantes. — M. **E. Charon** a obtenu, en réduisant l'aldéhyde crotonique par le couple zinc-cuivre, deux corps, l'alcool crotonylique $CH^3 - CH = CH - CH^2.OH$ et un glycol diéthylénique, pinacone de l'aldéhyde crotonique :

$$CH^3 - CH = CH - CH.OH - CH.OH - CH = CH.CH^3.$$

— M. **Henriet** donne un procédé de dosage rapide de l'acide carbonique dans l'air et les milieux confinés. Il consiste à absorber par la potasse l'acide carbonique contenu dans un volume connu d'air, et à titrer l'acide carbonique par l'acide sulfurique et la phénolphtaléine avant et après l'absorption; la différence donne la quantité d'acide carbonique absorbé.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Henry** adresse un mémoire sur une méthode nouvelle de détermination des distances respectives des centres de localisations cérébrales. — M. **Ch. Rouget** a constaté l'existence de terminaisons des nerfs sensitifs musculaires appliquées sur les faisceaux striés, mais extérieures au sarcolemme, tandis que les terminaisons motrices déjà

connues sont en contact immédiat avec la substance contractile; ces nerfs complètent le cycle nerveux hypothétique de Ch. Bell. — M. **E. Solvay** adresse une lettre sur le rôle du circuit électroneuro-musculaire; d'après lui, la totalité de l'énergie produite par les oxydations intersticielles ne passe pas sous forme d'électricité dans les nerfs, car ceux-ci seraient le siège de courants décelables par l'exploration téléphonique, ce qui n'a pas été confirmé. — M. **Lecercle** montre que la galvanisation augmente l'évaporation cutanée chez le lapin. — M. le Dr **R. Vigouroux** envoie une note sur le traitement des maladies par ralentissement de la nutrition par les courants de haute fréquence; il fait remarquer que l'électricité statique lui a donné de bons résultats dans le traitement de ces maladies. — M. **Bouffé** adresse une note sur les résultats fournis par l'orchitine, en injections graduées, dans le traitement de la lèpre. — M. **Balland** a constaté que le poids du gluten dans les farines des divers passages n'est pas en rapport constant avec leur teneur en azote total. Le dosage du gluten, qui fournit de précieuses indications sur la qualité d'une farine, est, dès lors, insuffisant pour permettre d'apprécier comparativement les matières azotées contenues dans les farines, et, par suite, leur valeur nutritive. — MM. **Chartron** et **Welsch** indiquent la succession des faunes du Lias supérieur et du Bajocien dans les environs de Luçon (Vendée). — MM. **A. Lacroix** et **Sol** décrivent au point de vue minéralogique de remarquables cristaux de topaze, provenant du district de Batang-Padang, dans le royaume de Pérak.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Juillet 1896.

M. **P. Reclus** analyse un mémoire du Dr **Legrain** (de Bougie) sur la fréquence du sarcome en Algérie et sa guérison par les empiriques indigènes. L'auteur signale trois cas, qu'il a eu l'occasion d'étudier et de contrôler, de guérison de sarcomes par application du goudron arabe. M. Reclus croit à une guérison effective, mais pense que l'auteur a pu confondre des sarcomes cutanés avec des tuberculoses cutanées. Il serait désirable que de nouveaux cas fussent examinés avec soin. — M. **Empis** lit le rapport sur les travaux adressés à l'Académie pour le prix Daudet. — M. **Duguet** signale un cas d'actinomycose bucco-faciale, d'origine récente, observé chez un homme jeune chez lequel le champignon actinomycique a pénétré vraisemblablement à la faveur d'une dent cariée, sans que son métier de blanchisseur l'y exposât plus particulièrement qu'un autre. La guérison, obtenue en quatre mois, a été singulièrement favorisée par l'adjonction, au traitement par l'iodure de potassium pris à l'intérieur, de quelques injections de teinture d'iode du Codex dans les trajets fistuleux et dans les tissus malades. — M. **Lancereaux** signale un certain nombre de cas d'intoxication consécutive à l'emploi de l'arsenic et met en évidence les inconvénients sérieux de ce médicament. Les accidents toxiques auxquels il donne naissance simulent des affections de la moelle épinière, ou encore des maladies fébriles, et le diagnostic en est des plus difficiles. Ce n'est pas à dire qu'il faille renoncer à tout emploi thérapeutique de l'arsenic, mais ce poison doit être prescrit avec la plus grande prudence, et seulement par faibles doses, chez les jeunes gens surtout. — M. **Ch. A. François-Frank** présente un travail sur la défense de l'organisme contre les variations anormales de la pression artérielle. Il examine : 1° les conductions productrices de l'exagération anormale de la pression artérielle par influence nerveuse et les influences qui entrent automatiquement en jeu pour ramener cette pression à sa valeur physiologique ; 2° les conditions multiples qui provoquent la chute excessive de la pression dans les artères et les moyens dont on dispose pour combattre cette dépression (en particulier les injections salines). — M. le Dr **Clozier** (de Beauvais) lit un mémoire sur la toxhémie des gastro-entéropathes. — M. le Dr **Barré** communique quatre observations de guérison par désintoxication du sang.

Séance du 28 Juillet 1896.

M. **Ch. Perrier** analyse un mémoire du Dr **Mouchet** (de Sens) concernant l'élongation des nerfs dans les paralysies post-traumatiques. Il croit que les bons effets attribués par l'auteur à l'élongation proviennent en partie du fait même de la libération du nerf et de ses branches sans élongation. — M. **Ch. Monod** appuie cette manière de voir. — **Zambaco-Pacha** présente un long travail sur l'aïnhum et conclut que cette affection ne constitue pas une entité morbide distincte, mais bien une simple modalité de la léprose. — M. **S. Pozzi** signale une observation de pseudohermaphrodite androgynoïde; il s'agit d'une femme ayant de chaque côté un testicule, un épididyme (ou trompe?) kystique et une corne utérine rudimentaire à gauche formant hernie dans le canal inguinal ; cette hernie fut curée radicalement. L'auteur donne l'examen microscopique des pièces enlevées. — M. le Dr **Moty** donne lecture d'une note sur la maladie de Fauchard.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Juillet 1896.

M. **Kauffmann** a constaté que, pendant la fièvre, les phénomènes chimiques intra-organiques sont exagérés, mais non modifiés ; ces phénomènes varient d'intensité suivant les organes ; la température générale du corps ne peut donc donner aucune indication précise sur leur intensité. — MM. **Ramond** et **Picou** ont étudié les changements de position de la rate qui se produisent lorsque les organes voisins varient de volume ; à cet effet, ils enfonçaient dans la rate une forte aiguille aimantée dont ils suivaient, du dehors, les mouvements au moyen d'une boussole. — M. **P. Carnot**, se basant sur le fait que la gélatine augmente la coagulabilité du sang, a utilisé des solutions à 5 ou 10 °/o de gélatine pour arrêter des hémorrhagies et a obtenu de bons résultats. — MM. **Carvalho** et **Athanasiu** ont observé que l'injection de peptone dans la lymphe s'accompagne des mêmes phénomènes que l'injection dans le sang. — M. **Charrin** signale chez l'homme plusieurs infections dues au bacille pyocyanique, entre autres une mastite chronique, avec écoulement de pus bleu. — M. **A.-M. Bloch** présente un perfectionnement de son sphygmomètre. — M. **d'Arsonval** indique de nouveaux dispositifs permettant de rendre indéniable l'atténuation des toxines par les courants à haute fréquence. — MM. **Bosc** et **Vedel** envoient une note relative à l'action des injections intra-veineuses d'eau et de sérum artificiel. — M. **Trouessart** décrit une variété de sarcoptes ne produisant pas de galle.

Séance du 18 Juillet 1896.

M. **Heymans** (de Gand) injecte à des lapins 6 milligrammes d'un poison très violent, le dinitrile malonique ; lorsque les accidents toxiques se sont déclarés, il parvient à arrêter l'empoisonnement par l'injection d'hyposulfite de soude; ce corps est un véritable antidote, car il détruit le composé cyanhydrique et le remplace par un composé sulfuré. — MM. **Gley** et **Camus** ont remarqué que le sperme du cobaye après éjaculation se prend en masse; le sperme est formé de deux parties, le liquide des vésicules séminales et le liquide prostatique ; c'est ce dernier qui produit la coagulation en agissant comme ferment. — M. **Gley**, en injectant chez les chiens de la peptone dans le sang, a observé que la mort survenait pour une injection de 0,50 centigr. par kilog. d'animal ; le sang se coagulait dans les vaisseaux. — MM. **Charrin** et **Desgrez** ont étudié l'influence sur les animaux des injections de solutions minéralisées. — M. **A. Claisse** a constaté que la leucocytose, qui augmente très rapidement chez

les sujets infectés, baisse immédiatement après qu'on a pratiqué des injections massives. — MM. **Remlinger** et **Schneider** ont constaté, par la méthode d'Elsner, la présence du bacille d'Eberth dans un grand nombre d'échantillons d'eaux, de sols, de matières fécales; l'existence du bacille d'Eberth dans l'intestin d'individus sains est un puissant argument en faveur de l'auto-infection de la fièvre typhoïde, défendue par MM. Arnould et Kelsch. — MM. **Bourquelot** et **Bertrand** ont retiré des champignons qui noircissent à l'air une substance chromogène, la thyrosine, et un ferment oxydant qui produit le noircissement, la thyrosinase. — M. **Abelous** envoie une note sur les fonctions du thymus; son ablation provoque, chez la grenouille, des troubles dynamiques et trophiques, des altérations du sang et un changement de coloration de la peau. — M. **Mislawsky** expose des recherches sur les lésions consécutives à l'ablation des ganglions ciliaires. — M. **Féré** a trouvé que les substances tératogènes produisent, non seulement des difformités, mais aussi un retard de développement.

M. **P. Weiss** est élu membre de la Société.

Séance du 25 Juillet 1896.

MM. **P. Claisse** et **O. Josué** déduisent de leurs expériences sur les animaux que la présence d'anthracose, chez un sujet qui n'est pas particulièrement exposé aux poussières de charbon, n'est pas un fait physiologique, mais l'indice d'un état pathologique ; d'autre part, l'anthracose existant chez un sujet exempt d'autre tare pathologique a peu d'influence sur le développement des états morbides. — M. **Rénon** a étudié le mécanisme de l'infection dans le premier stade de l'aspergillose expérimentale; ses recherches mettent hors de doute l'action de la leucocytose au début de l'infection : elle est plus ou moins intense chez les divers animaux. — MM. **Phisalix** et **Bertrand** ont étudié l'action venimeuse du sang de cobra chauffé à diverses températures; le venin de cobra résiste beaucoup plus que celui de la vipère à l'action de la chaleur. — M. **Critzman** a observé la manière dont se comportent les réflexes cutanés dans la neurasthénie héréditaire; le réflexe crémastérien est aboli; le réflexe bulbo-caverneux est profondément modifié. — M. **Remlinger** présente un lapin qui a été inoculé avec une culture de pneumocoque stérilisé par le chloroforme; il présente une atrophie complète des muscles des membres antérieurs, due probablement à une myélite. — M. **Déjerine** donne le résultat de l'autopsie d'un tabétique qui présentait de l'ophthalmoplégie externe et une paralysie laryngée. — M. **Lamy** étudie les lésions des centres nerveux consécutives aux injections intra-vasculaires de substances pulvérulentes chez le chien. — M. **Hallion** décrit l'influence des injections intra-veineuses de chlorure de sodium sur la constitution de l'urine. — M. **Nicolas** envoie une note sur l'action du sérum de mouton contre le bacille de Löffler et le coli-bacille.

(La Société entre en vacances jusqu'en Novembre.)

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 17 Juin 1896.

M. **Guinchant** expose quelques considérations sur les différentes méthodes physiques qui permettent de rechercher si les acides méthéniques $A—CH^2—A'$ et méthiniques $A—CH\begin{smallmatrix}A'\\A''\end{smallmatrix}$ (A, A', A'', étant des radicaux acides oxygénés), possèdent à l'état liquide la constitution des cétones $—\underset{\underset{O}{\|}}{C}—CH<$ ou des phénols $—\underset{\underset{OH}{|}}{C}=C<$.

Deux méthodes ont déjà été appliquées : le pouvoir rotatoire magnétique ρM par M. Perkin et le pouvoir réfringent RM par M. Brühl. Ce sont, en somme, deux relations différentes entre l'indice et la constitution, puisque $\rho = \frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^n}$ (formule de H. Becquerel), et cependant les résultats auxquels elles ont conduit ne sont pas absolument identiques. M. Guinchant applique aux mêmes composés l'élégante relation établie par M. Traube entre la densité et la constitution. Cette méthode conduit encore à des résultats souvent différents des précédents; l'éther acétylacétique serait hydroxylé, l'éther acétylmalonique serait cétonique. Enfin, M. Guinchant expose le résultat de ses recherches expérimentales par deux autres méthodes : la cryoscopie dans la benzine et la chaleur de combustion. La cryoscopie dans la benzine des éthers acétylcyanacétiques, qui sont cependant des acides forts, n'a jamais donné les anomalies qui caractérisent les composés hydroxylés. Les acides méthéniques plus faibles, déjà étudiés par M. Auwers, se comportaient également comme de véritables cétones. Les chaleurs de combustion mesurées par l'auteur pour un grand nombre de ces dérivés sont également celles que l'on pouvait prévoir pour de véritables composés cyanés ou cétoniques. En calculant, d'après les observations de M. Berthelot, la chaleur de formation des composés hydroxylés, on trouve qu'elle serait inférieure d'environ 20° C. à celle des isomères cétoniques; ceux-ci seraient donc plus stables : c'est une *démonstration de la règle d'Erlenmeyer*. L'acétylacétone, seule, a une chaleur de formation bien supérieure à celle que l'on peut attendre d'un composé cétonique; l'écart est donc en sens inverse de celui prévu par la formule phénolique. De ce désaccord entre les conclusions auxquelles on est amené par différentes méthodes physiques, en conservant aux coefficients leurs valeurs normales, M. Guinchant conclut qu'au point de vue physique, pas plus qu'au point de vue chimique, il n'est légitime d'admettre que ces corps possèdent les propriétés générales qui caractérisent soit les cétones, soit les composés hydroxylés. Un fait purement qualitatif permettrait de décider de la constitution de ces corps à l'état liquide ou dissous : l'existence de pouvoir rotatoire dans les dérivés méthéniques qui possèdent trois radicaux différents. L'auteur se propose de faire la synthèse de quelques-uns de ces composés à partir de dérivés actifs. — MM. **Guntz** et **Férée** ont analysé les amalgames de baryum et de lithium. L'amalgame de baryum cristallisé, qu'on obtient en chauffant l'amalgame obtenu par expression dans une peau de chamois, a pour formule $Hg^{16}Ba$. Trouvé : Ba = 4,03 et 4,29; théorie, 4,10 °/₀. Lorsqu'on comprime cet amalgame à la pression de 200 kilos par 5 cm², il perd du mercure et donne un nouveau composé défini ayant pour formule $Hg^{12}Ba$. Trouvé : Ba = 5,63 et 5,43; théorie, 5,43 °/₀. L'amalgame de lithium obtenu par électrolyse d'une solution concentrée de lithine est solide, très pauvre en lithium; il répond à la formule Hg^5Li. Trouvé, Li = 0,695; théorie, 0,696 °/₀. — M. **Minguin** prépare de l'isobornéol gauche en partant du mélange de bornéols $\left(\frac{+-}{\alpha\ \beta}\right)$[1]. Il prépare le dérivé sodé de ce mélange, transforme celui-ci en bornéocarbonate d'après la méthode de Baubigny, et fractionne les dépôts qu'abandonne la solution aqueuse. Après soixante-six heures, on obtient du bornéol de pouvoir rotatoire —33°,9. Cette manière d'opérer a l'avantage d'utiliser les bornéols qu'on met de côté dans la préparation de l'instable —34°. De plus, le rendement est supérieur à celui que l'on obtient en partant du camphre, et d'autant plus grand que le pouvoir rotatoire du mélange $\overset{+-}{\alpha\ \beta}$ est plus gauche. Le pouvoir rotatoire —34°, limite qu'on n'a jamais pu dépasser, semble être le pouvoir rotatoire véritable de $\overset{-}{\beta}$.

[1] Notation de M. Haller. (*Dictionn.* de Wurtz-Friedel, 2e supplément, t. I, 856.)

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

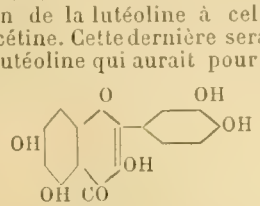
Communications récentes.

M. Appleyard : Sur les *diélectriques*. L'auteur a étudié l'influence de la température sur la résistance des diélectriques. Il a employé à cet effet des condensateurs isolés avec du mica ou du papier paraffiné. Pour éviter tout effet de perte par les surfaces, il a employé dans toutes les expériences la disposition de l'anneau de garde de Price. L'auteur trouve que la capacité d'un condensateur à lame de paraffine varie irrégulièrement avec la température, mais qu'au degré de précision dont est susceptible l'instrument (1 pour °/₀) la capacité d'un condensateur en mica est constante entre 33° F. et 110° F. (entre 0°,6 Centigr. et 44°,7). Si la résistance de la paraffine à la température t est représenté par $R = Ra^t$, la valeur moyenne de log. a, déduite de toutes les mesures de l'auteur, est $\bar{1},96344$. Des expériences faites avec un condensateur à plateaux parallèles, à isolant de paraffine, montrent que quand la température arrive à environ 20° du point de fusion, la résistance diminue rapidement ; quand la fusion commence, il y a une chute brusque, mais, pendant que la fusion continue, la résistance reste constante. — **M. V. Jones** : « Champ magnétique dû à un courant elliptique en un point du plan de l'ellipse et à son intérieur. » De ce mémoire, d'ordre surtout mathématique, il résulte qu'il y a lieu d'apporter une correction aux résultats de M. Jones sur la détermination de la valeur absolue d'une résistance ; et ainsi l'ohm international se trouve plus voisin de l'ohm vrai. L'ohm déduit des nombres rectifiés de M. Jones, serait la résistance d'une colonne de mercure de 106^{cm},302. — **M. Campbell** : « Nouveaux instruments pour la mesure directe de la fréquence ou de l'alternance de courants électriques périodiques. » L'un des dispositifs consiste en un fil d'acier dont la tension est réglable, l'autre en un ressort d'acier de longueur variable fixé à un bout, et sur lesquels agit un électroaimant actionné par le courant périodique. La tension ou la longueur, suivant l'instrument employé, se règlent jusqu'à ce qu'on ait obtenu la résonance maximum. L'instrument est capable de mesurer la fréquence de courants périodiques ayant de 40 à 150 vibrations doubles par seconde. Cette communication donne lieu à diverses observations sur l'emploi du téléphone et les autres procédés qui permettent de mesurer la fréquence.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

MM. W. H. Symons et **F. R. Stephens** décrivent un nouveau procédé d'analyse volumétrique de l'acide carbonique contenu dans l'air ; cet acide est absorbé au moyen d'un mélange d'une solution de soude et de chlorure de baryum. Ils donnent ensuite la description de l'appareil et quelques-uns des résultats. — **M. R. F. d'Arcy** : Sur l'état des substances dissoutes dans des solutions de sulfate de sodium. — **M. A. G. Perkin** continue ses travaux sur la lutéoline dont il a fait le dérivé triéthylique $C^{15}H^7O^6$ $(OC^2H^5)^3$, qu'il a converti ensuite en dérivé monoacétylé. Chauffé à 130-140° avec de la potasse alcoolique, l'éther triéthylique de la lutéoline donne un éther diéthylique de l'acide protocatéchique. Examinant ensuite la formule, il compare la constitution de la lutéoline à celle de la fisétine et de la quercétine. Cette dernière serait probablement une hydroxylutéoline qui aurait pour formule :



M. Hermann Bablich et **A. G. Perkin** publient leurs recherches sur la morine retirée de la *Morus tinctoria*. Ils lui attribuent la formule $C^{15}H^{10}O^7$ et décrivent les principaux dérivés bromés et sulfonés ainsi que les éthers éthyliques et méthyliques. La constitution de la morine se rapproche beaucoup de celle de la quercétine. La quercétine fondue avec un alcali donne du phloroglycol et de l'acide protocatéchique ; la morine du phloroglycol et de l'acide β résorcylique. — **MM. Francis R. Japp F. R. S.** et **Druce Lander** étudient les dérivés de l'anhydroacétonebenzyle et de ses homologues, notamment la diphénylhydroxycyclopenténone :

$$\begin{array}{l} C^6H^5.C\text{———}CH \\ \quad\ |\qquad\qquad\quad > CO, \\ C^6H^5.C(OH)CH^2 \end{array}$$

l'acide diphényldihydroxyglutarique, l'acide isocinnamènylmandélique, l'acide désylacétique, la diphénylcyclopenténone, le diphénylcyclopentane :

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH.CH^2 \\ \qquad\qquad > CH^2 \\ C^6H^5.CH.CH^2 \end{array}$$

— Dans une deuxième communication, les mêmes auteurs examinent les produits résultant de la condensation du benzyle avec l'acide acétonedicarboxylique ; ces deux corps chauffés avec de la potasse alcoolique diluée se condensent suivant l'équation :

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CO \\ \quad\ | \\ C^6H^5.CO \end{array} + \begin{array}{l} CH^2COOH \\ \quad\ | \\ CO \\ \\ CH^2COOH \end{array} = \begin{array}{l} C^6H^5.C\text{———}C\text{—}COOH \\ \quad\ |\qquad\qquad\quad > CO + CO^2 + H^2O \\ C^6H^5.C(OH).CH^2 \end{array}$$

et donnent l'acide anhydracétonebenzylcarboxylique. — Les mêmes auteurs étudient ensuite la réduction de l'acide désyléneacétique qui produit l'acide désylacétique, puis ils exposent leurs vues sur la constitution de l'acide pyroamarique de Zinnin. — **MM. James Walker** et **James Henderson** : Electrolyse de l'alloéthylcamphorate de potassium. — **M. R. Hodgkinson** : Sur le fluorène et l'acénaphtène.

MM. Frederick D. Chattaway et **R. C. T. Evans** relatent leurs essais relatifs à la synthèse du diphénylbenzène C^6H^4 $(C^6H^5)^2$, dont deux isomères sont connus sur trois prévus par la théorie ; ils ont obtenu les composés ortho et méta. Ce dernier a été préparé en partant en métadichlorobenzène. — **M. F.-Stanley Kipping** a étudié les dérivés de l'acide camphorique, et plus spécialement l'anhydride trans-π-camphanique $C^{20}H^{26}O^7$, la trans-π-camphanamide $C^9H^{13}O^2COAzH^2$, le cis-π-camphanate de méthyle, l'acide ω-acétoxy-cis-π-camphanique $C^{10}H^{13}O^5$ (OAc), l'anhydride π-acétoxycamphorique $C^{12}H^{16}O^5$ et les anhydrides *cis* et *trans*-camphotricarboxylique. — **M. William-Jackson Pope** : Sur quelques substances douées de l'activité optique à l'état liquide et à l'état cristallin. L'auteur a trouvé que l'acide cis-π-camphanique possède, à l'état cristallin, un pouvoir rotatoire de même signe qu'à l'état amorphe ou de solution. — **M. John.-E. Mackenzie** a préparé le diméthoxydiphénylméthane en faisant réagir le méthylate de sodium sur le chlorure de benzophénone. La réaction a lieu suivant l'équation :

$$C^6H^5.CCl^2.C^6H^5 + 2NaOCH^3 = C^6H^5.C(OCH^3)^2.C^6H^5 + 2NaCl.$$

Il a obtenu de même le diéthoxydiphénylméthane $(C^6H^5)^2C(OC^2H^5)^2$ et le dibenzoxydiphénylméthane $(C^6H^5)^2C(OC^7H^7)^2$. — **M. W.-H. Perkin F. R. S.** expose ses recherches sur le pouvoir rotatoire magnétique des composés aromatiques ; il décrit l'appareil dont il s'est servi pour effectuer ses mesures à des températures voisines de 100°. L'abaissement du pouvoir rotatoire, dû à l'élévation de température, est très faible et varie suivant les différentes substances. L'auteur étudie plus spécialement les éthers sels ; les dérivés benzéniques des acides gras, les phénols, les hydrocarbures, etc. Suivant les classes de substances, il existe une grande différence dans le pou-

voir rotatoire des composés gras et de leurs dérivés aromatiques. L'introduction d'un noyau aromatique produit un grand changement dans le pouvoir rotatoire. Dans beaucoup de cas, les corps agissent comme s'ils étaient réellement formés de deux molécules, l'une appartenant à la série grasse, l'autre à la série aromatique. Ce phénomène se remarque plus particulièrement dans le cas des substances qui renferment un groupe carbonyle reliant le noyau à la chaîne grasse. Des résultats obtenus, il résulte qu'on ne peut attribuer aucune valeur fixe à l'introduction d'un groupe phénylique dans les hydrocarbures ou autres composés aromatiques; il en est de même pour les autres groupes associés directement à un noyau benzénique. Ainsi le groupe AzH^2, entrant dans une paraffine, élève son pouvoir rotatoire de 0°,971; dans le benzène, de 4°,792, et dans la naphtaline, de 12°,353 pour la position α. L'auteur pense que ces grands changements dans le pouvoir rotatoire ne sont pas simplement dus à la composition chimique des molécules, mais tiennent surtout à leur nature physique, que l'on ne connaît pas encore.

CORRESPONDANCE

SUR L'ETAT ALLOTROPIQUE DES GAZ ÉLÉMENTAIRES

Monsieur le Directeur,

Dans une note, communiquée à la Société royale des Sciences de Prague le 9 décembre 1891, j'ai montré que les corps simples dont les propriétés chimiques se rapprochent beaucoup, et les corps simples polymorphiques (tels que le carbone, le bore, le silicium, le phosphore, l'arsenic, le soufre, le sélénium, l'or, etc.) jouissent de cette propriété que les produits de leur chaleur spécifique par leur densité sont constants pour chaque groupe ou pour les différents états allotropiques de la même substance polymorphique.

Cette loi, que j'appelle la *loi de condensation de la matière*, s'exprime donc par la formule :

$$(1) \qquad cd = a \quad \text{ou} \quad \frac{c}{c} = \frac{d}{d}.$$

Le tableau ci-joint donne les valeurs de c, d, a, pour les éléments chimiques polymorphes, les chaleurs spécifiques C_0 calculées à l'aide de la moyenne des valeurs de a et de la densité observée par la formule :

$$(2) \qquad C = \frac{a}{d}.$$

et enfin la différence $c - C_0$ des chaleurs spécifiques calculée et observée.

On voit qu'en appliquant aux gaz élémentaires la même loi qu'aux corps simples solides, on obtient la même constance du produit : $cd = a$, et qu'il en résulte que les deux gaz nouveaux découverts par lord Rayleigh et le Pr W. Ramsay, l'argon et l'hélium, sont des états allotropiques de l'azote et de l'hydrogène, comme l'ozone est une modification de l'oxygène.

Veuillez agréer, etc.

Ch.-V. Zenger,
Directeur de l'Observatoire de Prague.

TABLEAU I

CORPS SIMPLES	c	d	a	C_0	$c - C_0$
1. *Carbone.*					
C_α (diamant).....	0,1128	3,470	0,3914	0,1018	+0,0110
C_β (graphite).....	0,1604	2,060	0,3304	0,1717	—0,0107
C_γ (anthracite)...	0,2415	1,400	0,3381	0,2523	—0,0108
			0,3533		—0,0035
			moyenne		moyenne
2. *Bore.*					
B_α (cristallisé)...	0,1960	2,69	0,5272	0,1969	—0,0009
B_β (amorphe,pur)	0,2171	2,45	0,5319	0,2161	+0,0005
			0,5296		—0,0002
3. *Phosphore.*					
Ph_α (cristallin)...	0,1877	1,826	0,3428	0,1912	—0,0035
Ph_β (amorphe)...	0,1698	2,100	0,3556	0,1663	+0,0035
			0,3492		0,0000
4. *Sélénium.*					
Se_α (vitreux).....	0,07468	4,30	0,3211	0,0761	—0,0014
Se_β (métallique)..	0,07446	4,48	0,3336	0,0731	+0,0014
			0,3273		0,0000
5. *Soufre.*					
S_α (octaédrique)..	0,20259	2,070	0,4194	0,2006	+0,0020
S_β (prismatique).	0,20680	1,970	0,4074	0,2108	—0,0040
S_γ (amorphe)....	0,23400	1,791	0,4191	0,2319	+0,0021
			0,4153		0,0000
6. *Oxygène* (air = 1).					
O_α (oxygène)	0,21751	1,0533	0,2291	0,2229	—0,0034
O_β (ozone)	0,14501	1,6580	0,2404	0,1416	+0,0034
			0,2348		—0,0010
7. *Azote.*					
Az_α (azote)	0,24380	0,9730	0,2372	0,2429	+0,0009
Az_β (argon).....	0,17066	1,3800	0,2355	0,1712	—0,0005
			0,2364		+0,0002
8. *Hydrogène.*					
H_α (hydrogène)..	3,4090	0,06925	0,2361	3,4050	+0,0040
H_β (hélium)	1,7045	0,1390	0,2369	1,7015	+0,0030
			0,2365		+0,0035

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

7e ANNÉE N° 16 30 AOUT 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

621,19

LA SURCHAUFFE DE LA VAPEUR

DANS L'INDUSTRIE

On pourrait croire que tout a été dit sur la surchauffe de la vapeur, et que la parole est maintenant uniquement à l'expérience. Et pourtant les revues techniques ne considèrent pas que le sujet soit épuisé, puisqu'elles reviennent fréquemment sur une discussion ouverte il y a plus de quarante ans par Hirn; d'autre part, les juges compétents ne se sont pas encore mis d'accord dans leur appréciation de l'utilité de la surchauffe. Qu'on nous permette donc de présenter quelques considérations critiques empruntées à la théorie et à la pratique, qui pourraient contribuer à dégager le problème des nombreuses inconnues qu'il comporte et, par suite, à en hâter la solution.

Nous chercherons d'abord à établir nettement par la théorie le rôle de la surchauffe, puis nous ferons une sorte d'enquête sur les résultats pratiques qu'elle a donnés jusqu'ici; nous discuterons enfin la manière dont il convient de l'appliquer.

I. — La Théorie.

C'est Hirn qui a donné la loi simple du fonctionnement économique de la machine à vapeur; pour en améliorer le rendement, il faut, par-dessus tout, supprimer les condensations intérieures produites au contact des parois du cylindre. L'eau dans le cylindre, voilà l'ennemi; l'empêcher d'y entrer ou de s'y former, tel est le but à atteindre.

Admise sèche, la vapeur devrait être encore sèche à la fin de la course motrice du piston, quelle que fût la détente subie : la perte au condenseur, qui est la plus grave, serait ainsi réduite au minimum. Toute la théorie du maître se résume en ce peu de mots.

MM. Hallauer, Leloutre, Dwelshauvers-Dery, Cotterill, Bryan-Donkin, Thurston, Ledieu, Ledoux, et tant d'autres, ses collaborateurs de la première heure et ses plus illustres disciples, ont admirablement développé et vulgarisé la thèse, qui est classique aujourd'hui et ne trouve plus guère de contradicteurs.

Or, trois moyens conduisent au résultat cherché :

1° On peut alimenter le cylindre de vapeur qui soit non seulement sèche, mais surchauffée au degré nécessaire pour que la détente ne produise aucune condensation.

2° On peut entourer le cylindre d'une enveloppe de vapeur qui élève le métal à la température voulue pour que son contact ne donne lieu à aucune liquéfaction à l'admission, qui maintienne cette température tout le long de la course motrice, et fournisse même à la vapeur détendue le calorique dont elle a besoin pour conserver son titre.

3° On peut effectuer la détente dans des cylindres successifs, disposés en cascade, de telle sorte que la chute de température dans chacun d'eux ne soit qu'une fraction de la chute totale; dans ces conditions, les différences de température entre la vapeur et le métal sont réduites, et l'action nui-

sible de la paroi est conjurée dans une mesure déterminée.

Le premier de ces procédés est immédiat et complet; avec une vapeur suffisamment surchauffée, il ne se produira aucune condensation sur le métal, la vapeur sera encore sèche après sa détente, et partant le refroidissement au condenseur sera négligeable. Pas n'est besoin, dans ce cas, de réchauffer le métal, ni de scinder la détente entre plusieurs cylindres.

Le second et le troisième moyen sont d'ingénieux palliatifs d'une situation à laquelle il faut absolument porter remède, dans les machines monocylindriques; l'efficacité de ces moyens n'est pas douteuse, et l'application en est, d'ailleurs, relativement aisée. On peut les combiner parce qu'ils se complètent l'un l'autre; c'est ainsi que, dans la plupart des cas, on arrive à corriger, par la superposition de leurs effets, les imperfections de leur application. On a donc pu trouver avantageux de pourvoir d'enveloppes les parois latérales et les fonds des deux cylindres d'une compound, voire même les trois cylindres d'une machine à triple expansion, et d'en réchauffer les réservoirs intermédiaires, quand on admettait de la vapeur trop humide, ou bien quand les enveloppes étaient mal conditionnées ou mal alimentées, ou enfin quand il existait dans ces moteurs une source de condensations intérieures.

Toutefois, on peut discuter l'opportunité d'un système complet d'enveloppes dans les machines à multiple expansion; avec de la vapeur réellement sèche à l'admission. dans des machines à allure très rapide, sans détente exagérée, bien protégées contre le refroidissement, l'enveloppe des cylindres fait réaliser une assez faible économie, et le réchauffage du *receiver* à la vapeur peut quelquefois même devenir inutile. C'était le cas d'une compound Dujardin, de 600 chevaux, essayée par nous en 1893, qui consommait 5 kil. 985 de vapeur sous une pression de 6 kil. 28 quand on ne chauffait pas le receiver, et 6 kil. 107 quand toutes les enveloppes étaient alimentées; l'enveloppe de ce réservoir intermédiaire était donc une superfétation; cet organe faisait payer trop cher les faibles services qu'il rendait, attendu que l'essai a démontré qu'il s'y condensait 8 °/₀ de vapeur, alors qu'on ne gagnait sur le piston que 6,5 °/₀. M. Gyssling, directeur de l'*Association bavaroise des propriétaires d'appareils à vapeur*, a obtenu un résultat analogue avec une compound de 750 chevaux du type Sulzer, laquelle a donné un meilleur rendement théorique quand on ne recevait point de vapeur dans les enveloppes du grand cylindre et du receiver. Il n'en sera évidemment pas ainsi dans n'importe quelle machine compound, nous nous empressons de le déclarer; mais les faits que nous venons de signaler démontrent au moins que la superposition des enveloppes et de la multiple expansion peut quelquefois être inutile dans certaines bonnes machines, qui n'en ont pas besoin [1].

A fortiori, la surchauffe de la vapeur sera-t-elle peu profitable dans un moteur bien compoundé, pourvu des enveloppes dont il a besoin, efficacement protégé contre le refroidissement externe, marchant à une allure rapide, et développant le travail pour lequel il a été calculé. Alimentez ce moteur de vapeur réellement sèche, au titre 1, à son entrée au petit cylindre, et vous réaliserez les plus beaux rendements thermiques qu'on puisse obtenir; nous le démontrerons tout à l'heure par les faits, mais nous tenions à établir d'abord cette proposition par les arguments de Hirn.

La réciproque est vraie, également : si une machine compound, pourvue d'enveloppes de vapeur, donne plus d'économie quand elle est alimentée de vapeur surchauffée, c'est que cette machine n'était pas établie dans les conditions les plus parfaites, ou bien l'essai comparatif, sur lequel on se base pour établir le bénéfice dû à la surchauffe, n'a pas été fait avec de la vapeur réellement sèche.

En résumé, le procédé consistant à surchauffer la vapeur avant son introduction au cylindre est théoriquement le plus rationnel, parce qu'il supprime la cause des condensations au lieu d'en corriger les effets; la surchauffe se suffit à elle-même, et elle assure par elle seule les meilleures conditions économiques de marche. Les enveloppes et la multiple expansion constituent d'autres moyens d'arriver au même résultat; en les combinant, on peut aussi obtenir d'excellents rendements sans surchauffe. La surchauffe, d'une part, les enveloppes jointes au compoundage, d'autre part, sont, par conséquent, des procédés logiques; mais nous n'en dirons pas autant du principe d'accumuler à la fois sur un même moteur tous ces moyens d'action. Ainsi opérerait un médecin, qui administrerait à ses malades tous les remèdes dont il dispose, afin d'être sûr de guérir tous leurs maux; elle existait autrefois, cette panacée universelle : les hommes de l'art la préparaient en associant, dans une même préparation, les drogues les plus variées du Codex, et ils l'appelaient la thériaque; la thériaque est abandonnée aujourd'hui, car elle a cessé de guérir. Il serait regrettable qu'on y revînt en machine à vapeur.

II. — Les Faits.

Lisez, dans les meilleurs livres, traités et cours écrits ou professés sur la machine à vapeur, le

[1] Voyez à ce sujet A. Witz : Les chemises de vapeur dans les machines Compound. *Revue gén. des Sc.*, t. IV, p. 223 à 227.

chapitre relatif à la surchauffe ; vous y apprendrez qu'en 1856 Hirn a obtenu des économies de 20, 31 et 47 °/₀ avec des surchauffes de 50, 65 et 85° ; qu'il a repris ces essais en 1873 et 1875, et qu'il a constaté des économies de 20 et 22 °/₀ ; que, depuis lors, les meilleurs expérimentateurs ont continué ces observations, qu'ils ont encore relevé tant pour cent d'économie ; etc., etc. Tous les auteurs concluent de ces citations en faveur de la surchauffe ; mais ils sont d'accord aussi pour gémir sur les difficultés de l'appliquer et pour prêcher la modération : ne dépassez pas 220°, dit l'un ; allez hardiment à 250°, dit un autre ; mais le même auteur traite d'audacieux l'ingénieur qui oserait dépasser 260°, parce qu'à cette température les surchauffeurs se brûlent, les joints se détériorent, les bourrages se consument, les huiles de graissage se décomposent, etc. Tous d'ajouter que c'est vraiment grand dommage, car la surchauffe ferait merveille. Telle est la conclusion stéréotypée des articles consacrés à la surchauffe.

N'y aurait-il pas dans ce cliché plusieurs aperçus dont on pourrait, sans inconvénient, modifier la forme dans les éditions de l'avenir ?

Et d'abord, pourquoi revenir, toujours et si longuement, sur la constatation, dûment vérifiée et bien établie, de l'amélioration du rendement thermique résultant de l'emploi de la surchauffe ? Ce fait est acquis. Il s'agirait maintenant d'en découvrir d'autres. En 1855, c'était faire preuve d'un grand esprit que de ramener l'attention des ingénieurs sur la surchauffe, de poser le principe des avantages qu'elle procure, d'en édifier la théorie et de démontrer expérimentalement qu'on réalise ainsi des économies de 10, 20, voire même 47 °/₀ si l'on veut. Mais aujourd'hui, en 1896, alors que des enveloppes de vapeur entourent tous les cylindres, et que la multiple expansion est appliquée à tous les puissants moteurs, alors que, par suite, la consommation des machines a été grandement diminuée, la question se présente différemment. Il serait intéressant de savoir si la surchauffe isolée donne d'aussi bons ou de meilleurs résultats que ceux que l'on obtient par des compound ou des triplex bien étudiées, correctement enveloppées et alimentées de vapeur réellement sèche. Si la réponse de l'enquête était affirmative, on reviendrait sans doute à la Corliss monocylindrique, à grande vitesse, à longue détente et sans enveloppe ; au cas contraire, on ferait de la quadruple expansion, comme dans la marine. Il est possible qu'une surchauffe très légère, ne créant pas d'embarras et ne coûtant presque rien, soit la solution de l'avenir : on la superposerait donc au compoundage et à l'emploi des enveloppes à circulation active ; mais on découvrira peut-être que la surchauffe est facile jusqu'à 300°, et, alors, le génie des inventeurs créera des appareils qui ne brûleront pas, des joints qui resteront étanches, des bourrages métalliques qui ne se consumeront pas, et des huiles qui ne se décomposeront pas. Tout cela est-il un rêve ? Mais qu'on le démontre, et la question sera tranchée.

Au lieu de cela, les défenseurs de la surchauffe s'obstinent à nous répéter que telle machine a consommé tant de kilos de vapeur de moins quand on l'alimentait de vapeur surchauffée : or ils omettent le plus souvent de s'assurer que la vapeur saturée, admise dans l'essai de comparaison, était sèche, et cette omission enlève à leur constatation d'économie toute sa portée. Que signifie d'ailleurs cette économie ? Une machine peut réaliser 20 pour cent d'économie sur sa marche antérieure et ne pas être brillante ; le chiffre absolu de sa consommation est au contraire très significatif. En effet, ce qu'il importe de savoir, c'est le nombre de calories transformées par cheval-heure ; on comparera ce nombre à celui qui ressort des meilleurs essais effectués sur les machines les plus parfaites, alimentées de vapeur saturée et sèche, et nous verrons s'il est recommandable de compliquer nos générateurs d'appareils ordinairement coûteux et toujours difficiles à conduire[1].

Établissons par des exemples la consommation actuelle d'une bonne machine à vapeur, de quelques centaines de chevaux de puissance, alimentée de vapeur saturée, sèche, sans surchauffe. Les chiffres du tableau I (page 704) sont empruntés à des procès-verbaux signés, présentant, par suite, le caractère d'authenticité désirable pour baser un jugement motivé ; nous y avons condensé les données les plus importantes de l'essai, n'omettant qu'une chose, le nom du constructeur ; nos lecteurs comprendront que nous ne prenions pas le droit de faire de cette comparaison un élément de réclame pour personne.

Les consommations indiquées au tableau comprennent les poids de vapeur condensés dans les enveloppes des cylindres et des receivers : cette remarque est toujours de la plus haute importance et elle prend, dans l'espèce, une valeur plus grande encore.

Or, voici maintenant un second tableau

[1] Les industriels trouvent même que ce nombre de calories, compté d'après la consommation de vapeur, ne les instruit pas encore suffisamment, car la dépense de combustible peut ne pas diminuer parallèlement avec la dépense de vapeur, surtout quand on se sert de surchauffeurs séparés. M. Walther Meunier a observé qu'une augmentation de 2,43 pour cent de consommation de charbon, accompagnait une réduction de 7,38 pour cent de consommation de vapeur, dans une certaine machine de 700 chevaux. Un tel résultat ne fait nullement l'affaire de celui qui paie les wagons de charbon.

(tableau II) dans lequel nous rapprochons les meilleurs résultats obtenus en surchauffant la vapeur : c'est aux remarquables et judicieux essais de M. Walther-Meunier que nous devons la plupart des chiffres réunis ici.

Nous avons calculé les calories transformées par cheval-heure indiqué en tenant compte de la surchauffe : on a pris le nombre de 0,485 pour valeur de la chaleur spécifique moyenne de la vapeur, à pression constante. Pour avoir le nombre de calories correspondant au kilo de vapeur surchauffée, il a donc fallu ajouter aux calories de la vapeur saturée, le produit de 0,485 par le nombre de degrés de surchauffe : c'est ainsi que nous avons calculé le nombre de calories utilisées par cheval-heure indiqué, nombre qu'on voit dans l'avant-dernière colonne. C'est sur cette colonne que doit se porter l'attention du lecteur : la dernière colonne n'est là que pour mémoire, car elle a, en réalité, une assez minime importance.

Que voyons-nous dans ces tableaux ?

Comparons les calories au prix desquels est obtenu le cheval-heure indiqué sans surchauffe de la vapeur ou bien avec surchauffe ? L'ordre des citations est le même dans les deux tableaux, pour la plus grande facilité du parallèle ; les monocylindriques sont en tête, les compound viennent en second et les triplex les suivent. Or, la différence n'est pas appréciable. La théorie est donc confirmée par les faits, et nous constatons qu'il n'y a pas d'avantage réel jusqu'ici à alimenter de vapeur surchauffée des moteurs excellents, munis d'enveloppes efficaces et fonctionnant dans de bonnes conditions : par exemple, une bonne triplex ne demande que 3.522 calories par cheval-heure indiqué sans surchauffe, et l'on n'a pas encore obtenu mieux avec des triplex alimentées de vapeur surchauffée. On y arrivera peut-être, mais aucun résultat de ce genre n'a été publié au jour présent.

Les partisans de la surchauffe m'arrêtent ici et ils me disent, en me montrant du doigt la dernière colonne du second tableau : « Et pourtant, nous avons obtenu 7,38 pour cent d'économie ! » — Je le reconnais, mais la triplex à laquelle vous vous comparez consommait plus de 3.800 calories ; faites un essai de surchauffe sur une bonne triplex consommant 3.522 calories en vapeur saturée, et nous verrons le résultat.

On conclura peut-être de ce qui précède que celui qui écrit ces lignes est un adversaire de la surchauffe : ce serait une déduction erronée de son argumentation, car il n'a voulu prouver qu'une seule chose, à savoir que l'on a tort d'embarrasser des impedimenta de la surchauffe des machines bien conçues, bien exécutées, bien conduites et pourvues de tout ce qui peut supprimer les condensations intérieures : ces machines n'en ont pas besoin.

C'est une question d'application et d'opportunité qui ne diminue en rien la valeur intrinsèque de la surchauffe.

La surchauffe est, au contraire, un moyen sûr et excellent de réaliser l'idéal de Hirn, et de supprimer complètement les condensations contre les

TABLEAU I. — Consommation sans surchauffe.

TYPE DE LA MACHINE	DATE DE L'ESSAI	DURÉE DE L'ESSAI	EXPÉRIMENTATEURS	DIAMÈTRES DES CYLINDRES	COURSE	VITESSE EN TOURS PAR MINUTE	PRESSION DE LA VAPEUR	PUISSANCE DÉVELOPPÉE EN CHEVAUX INDIQUÉS	CONSOMMATION DE VAPEUR PAR CHEVAL-HEURE INDIQUÉ	CALORIES PAR CHEVAL-HEURE INDIQUÉ
		h.		cm.	m.	t.	k.	ch.	k.	cal.
Monocylindrique....	1885	10	Commission officielle	50, 00	1, 000	60, 66	6, 25	90, 04	6, 800	4467, 26
Monocylindrique....	1894	9h18m	Association belge des prop. d'app. à vap.	66, 00	1, 525	47, 87	6, 36	305, 03	5, 46	3588, 09
Compound.....	1891	8h55m	Id.	80, 00 125, 40	1, 800	51, 71	6, 8	531, 53	5, 99	3947, 10
Compound.....	1892	12h	Witz	66, 00 115, 00	1, 350	64, 39	6, 28	560, 25	6, 067	3986, 08
Triplex.....	1890	10h57m	Schröter	50, 125 75, 150 120, 26	1, 401	66, 47	10, 12	609, 5	5, 66	3753, 99
Triplex.....	1891	5h31m	Walther - Meunier	52, 50 80, 00 110, 00	1, 350	64, 47	5, 80	277, 1	5, 67	3522, 20

TABLEAU II. — Consommation avec surchauffe.

TYPE DE LA MACHINE	DATE DES ESSAIS	DURÉE DE L'ESSAI	EXPÉRIMENTATEURS	DIAMÈTRES DES CYLINDRES	COURSE	VITESSE EN TOURS PAR MINUTE	PRESSION DE LA VAPEUR	TEMPÉRATURE DE LA VAPEUR SATURÉE	TEMPÉRATURE DE LA SURCHAUFFE	DEGRÉ DE SURCHAUFFE	PUISSANCE DÉVELOPPÉE	CONSOMMATION DE VAPEUR PAR CHEVAL-HEURE INDIQUÉ	CALORIES PAR CHEVAL-HEURE INDIQUÉ	ÉCONOMIE REVENDIQUÉE
		h.	MM.	cm.	m.	t.	°	°	°	°	ch.	k.	cal.	%
Monocylindrique	1892	11h30m	Walther-Meunier	71, 2	1, 367	60, 15	4, 56	155	221	66	308, 87	7, 36	4893, 70	17, 41
Monocylindrique-jumelle	1891	10h45m	Walther-Meunier	75, 5	1, 400	38, 83	5, 24	159, 5	203, 5	44	523, 77	9, 31	6291, 4	29, 82
Woolff	1891	11h03m	Walther-Meunier	52, 5 115, 0	1, 447 2, 000	70, 24	5, 15	159	222	63	340, 25	7, 38	5059, 0	27, 58
Compound	1893	—	Unwin	—	—	—	6, 61	167, 4	238	70	502, 3	7, 21	4985, 8	20, 9
Compound	1895	—	Walther-Meunier	70, 0 110, 0	1, 800	64, 35	5, 72	162, 4	262, 7	100	776, 06	6, 06	4269, 5	19, 32
Compound	1893	10h15m	Gyssling	67, 64 105, 07	1, 350	66, 0	6, 5	166, 8	239, 0	72	588, 57	5, 53	3828, 4	20, 21
Triplex	1892	11h45m	Walther-Meunier	52, 5 80, 0 120, 0	1, 350	64, 62	5, 93	163, 6	239, 6	96	311, 54	5, 20	3655, 4	18, 2
Triplex	1893	11h45m	Ludwig et Weber	47, 0 70, 0 100, 0	1, 400	70, 24	11, 456	188, 8	235, 9	47	701, 14	5, 20	3569, 9	7, 38

parois : aussi bien que les enveloppes de vapeur, mieux qu'elles peut-être, et sans elles assurément, elle doit réduire la consommation par cheval-heure et améliorer le rendement. Nous allons en donner deux preuves péremptoires.

C'est dans cette *Revue* même [1] que, l'an dernier, nous avons rapporté les admirables résultats économiques obtenus par Schmidt avec une petite machine de 60 chevaux, qui ne consomme, d'après A. Schröter, que 4 k. 55 de vapeur à 11 k. 9 de pression, surchauffée à 344° à son entrée au cylindre : cela fait 3.397 calories par cheval-heure indiqué. On peut formuler des réserves sur l'avenir de cette machine, en critiquer la construction, énumérer les aléas qu'elle comporte, douter de sa vitalité, mais il n'en reste pas moins acquis pour nous que ce moteur de 60 chevaux ne consomme pas plus que les plus belles machines de 700 et de 1.000 chevaux.

Voici un autre triomphe de la surchauffe : il est inédit. Soumettant, il y a quelques semaines, à une série d'essais un moteur de tramway, nous avons relevé des chiffres de consommation de vapeur réellement remarquables. Il s'agissait d'une toute petite machine sans condensation construite par MM. Buffaud et Robatell, appartenant au genre compound, dont les cylindres avaient 8 et 14 centimètres de diamètre et 0 m. 09 de course; elle était à changement de marche par coulisse et n'avait d'autre prétention que de tolérer une très grande vitesse et d'être fort maniable. Mais la vapeur lui était fournie par un générateur Serpollet dans un état de surchauffe tel que la vapeur d'échappement conservait encore 18 à 20 degrés de surchauffe. Le mercure bouillait dans les tubes destinés à recevoir les thermomètres servant à mesurer la température de la vapeur à l'entrée du cylindre : elle était donc surchauffée à plus de 365°.

Nous extrayons de notre carnet d'expériences les chiffres qui suivent :

Durée de l'essai	3 heures
Vitesse en tours par minute	309,7
Pression de la vapeur	14 k.
Température de la vapeur saturée	197°,4
Température de la vapeur surchauffée	> 365°
Degrés de surchauffe	> 168°
Température de la vapeur d'échappement	= 118°
Travail effectif	5,76 chev.
Consommation par cheval-heure effectif	6 k. 88
Calories correspondantes	5147,7

Remarquons qu'il s'agit ici d'un petit moteur de six chevaux marchant sans condensation, dont la consommation est rapportée au cheval-heure *effectif* : ce moteur a la moindre part aux beaux résultats obtenus, qui sont dus entièrement à la surchauffe. Le petit moteur des tramways Serpollet détient ainsi, de par la surchauffe de la vapeur qu'il reçoit, le record tant disputé des machines à vapeur de faible puissance, et ces 5.148 calories par cheval-heure effectif, sans condensation, constituent le plus puissant argument en faveur de la surchauffe.

III. — L'Application.

Les faits confirment donc la théorie et démontrent que la surchauffe de la vapeur se suffit à elle-même pour assurer les plus beaux rendements : quand on s'impose, au contraire, de ne faire qu'une surchauffe modérée, équivalant tout au plus à une dessiccation de la vapeur, et qu'on l'applique à des machines, d'ailleurs excellentes, à multiple expansion, bien enveloppées, habilement conduites, on peut arriver à améliorer leur rendement, mais on n'abaisse pas leur consommation au-dessous de celle d'autres bonnes machines sans surchauffe et alimentées de vapeur sèche.

Nous conclurons, par conséquent, de ce qui précède que la surchauffe est utile et efficace dans les machines qui en ont besoin, mais que, dans les machines armées par ailleurs contre les condensations internes, un simple dessécheur de vapeur donnera les résultats du meilleur surchauffeur : ce n'est alors pas la peine de s'imposer les frais d'établissement, la conduite, la surveillance et l'entretien d'un appareil coûteux, assez délicat et quelquefois dangereux.

Ces réserves faites, nous préconisons la surchauffe, plutôt comme un admirable procédé d'avenir que comme un moyen immédiatement applicable. Quelques études pratiques sont encore à faire.

Et d'abord, il faudra déterminer avec soin le degré de surchauffe à atteindre pour qu'elle produise des effets suffisants, sans compromettre la marche et la durée des moteurs : suffit-il de 100° de surchauffe ou bien faut-il monter à 150°? La vapeur peut-elle recevoir une température de 260° sans inconvénient? Certes, la question a déjà été posée depuis fort longtemps, et la solution est entrevue; mais nous croyons qu'on a exagéré l'argument de la décomposition des huiles et de la combustion des bourrages. Les moteurs Schmidt marchent sans accident; nos essais sur le moteur de tramway de M. Serpollet durant de longues heures n'ont donné lieu à aucune constatation fâcheuse à cet égard; enfin, les moteurs à gaz peuvent servir d'exemple, car ils s'accommodent bien de températures très élevées. Des huiles minérales dont le *point d'éclair* est supérieur à 200°, peuvent être essayées sans crainte; il existe des bourrages métalliques qui supportent les hautes températures. Bref, il ne faut pas nous laisser suggestion-

[1] *Revue Générale des Sciences pures et appliquées*, N° du 30 juillet 1895, page 613.

ner outre mesure par les échecs d'autrefois, et ne pas oublier que nous possédons des moyens nouveaux qu'il s'agit de mettre en œuvre.

L'application rationnelle de la surchauffe demande donc encore de longues études : on a beaucoup fait déjà, mais il reste néanmoins encore beaucoup à faire. Ce n'est plus dans les laboratoires qu'il faut expérimenter, mais le moment est venu d'opérer sur le terrain même de l'application, en suivant la marche de puissantes machines, actionnant des ateliers, et soumises aux conditions mêmes de leur emploi industriel. Les premiers essais devraient porter sur des machines monocylindriques, sans enveloppe, à grande vitesse, ayant au moins 75 centimètres de diamètre et 1 mètre de course : il serait intéressant de marcher avec et sans condensation, à des détentes et pressions variables, à des vitesses différentes, etc.; on ferait varier la surchauffe suivant les cas, et l'attention des ingénieurs se porterait, pendant de longues journées, non seulement sur la consommation de calories, mais sur tous les éléments de la marche. Nos meilleures machines actuelles de 100 à 200 chevaux de puissance exigent 4.000 calories par cheval-heure indiqué; si la surchauffe permettait d'y atteindre pratiquement avec une monocylindrique sans enveloppe, le résultat serait important, car on aurait fait l'économie du second cylindre et des enveloppes compliquées, et cette simplification réduirait les frais de premier établissement et paierait largement le prix du surchauffeur. On pourrait, d'ailleurs, bénéficier encore de quelques centaines de calories sur les 4.000 dont nous parlons : ce serait un progrès industriel d'une grande portée, car il importe aujourd'hui de réduire le prix des forces motrices, dans les pays surtout où les revendications ouvrières tendent constamment à faire monter les salaires. Pour quelques industriels, c'est une question de vie ou de mort; pour tous, c'est une question d'humanité, car, si nos machines consommaient moins de charbon, on pourrait donner aux travailleurs les moyens d'acheter plus de pain et d'élever plus d'enfants vigoureux pour le service du pays.

Aimé Witz,

Doyen
de la Faculté libre des Sciences
de Lille.

719

LA CULTURE INDUSTRIELLE DES PLANTES ORNEMENTALES

EN ALGÉRIE

En Algérie, la culture des plantes ornementales destinées soit à l'embellissement de la colonie, soit à l'exportation, se trouve, de par les conditions climatériques, étroitement limitée à certaines parties du littoral (fig. 1, page 708).

La topographie accidentée du pays et le voisinage du Sahara réservent uniquement le long de la côte une zone où l'influence marine tempère les influences saisonnières. Au sud de cette bande étroite s'élève une vaste région à climat continental, avec grands écarts de température et d'humidité, froids extrêmes et pluies peu abondantes pendant l'hiver, chaleurs desséchantes pendant l'été. Il en résulte que, contrairement à une opinion assez répandue en France, plus on s'avance, à partir de la côte, vers le sud, plus les conditions d'existence deviennent défavorables à la végétation; aussi le touriste peu instruit éprouve-t-il quelque désillusion à l'aspect de ces montagnes nues, de ces plaines couvertes d'une chétive broussaille qui ne lui rappellent en rien les images jadis évoquées par ces mots : « Terre d'Afrique, pays du palmier. »

Vers la côte, dans la partie basse du Tell, règne le climat méditerranéen. Là encore, cependant, la réalité est loin de répondre à la vision enchantée que beaucoup de nos compatriotes, trop sédentaires, se sont faite du monde africain : les plantes arborescentes y sont rares, les formes végétales demeurent monotones, monotones aussi les tons grisâtres du feuillage.

Par bonheur, l'horticulture européenne est venue modifier çà et là cette tristesse du pays. Les Maures émigrés d'Espagne avaient, dit-on, changé, en quelques points, l'aspect naturel du paysage. Mais, à l'époque de notre occupation, plus rien de leur œuvre ne subsistait, en dehors des vergers entourés de sombres pyramides de cyprès, des orangeries et jardins murés où les indigènes continuaient d'entretenir des roses, des jasmins et quelques autres plantes odoriférantes. Parfois s'y apercevaient le bananier et la colocase, derniers représentants de la flore cultivée dans les palais sous le doux climat de l'Andalousie méridionale. Et c'était tout. Dédaigneux de l'horticulture, peu attaché au sol, l'Arabe d'Algérie avait laissé se perdre cette tradition de la culture ornementale qui avait été en honneur chez les Maures et dont nous retrouvons encore, bien

qu'affaibli, le goût chez le musulman de Tunisie.

Au lendemain de la conquête, les Français eurent donc à se préoccuper d'introduire en Algérie des végétaux exotiques. Le Muséum et le Jardin botanique de la Faculté de Médecine de Paris rivalisèrent de zèle pour envoyer dans notre nouvelle colonie des plantes utiles et ornementales, susceptibles de s'y acclimater.

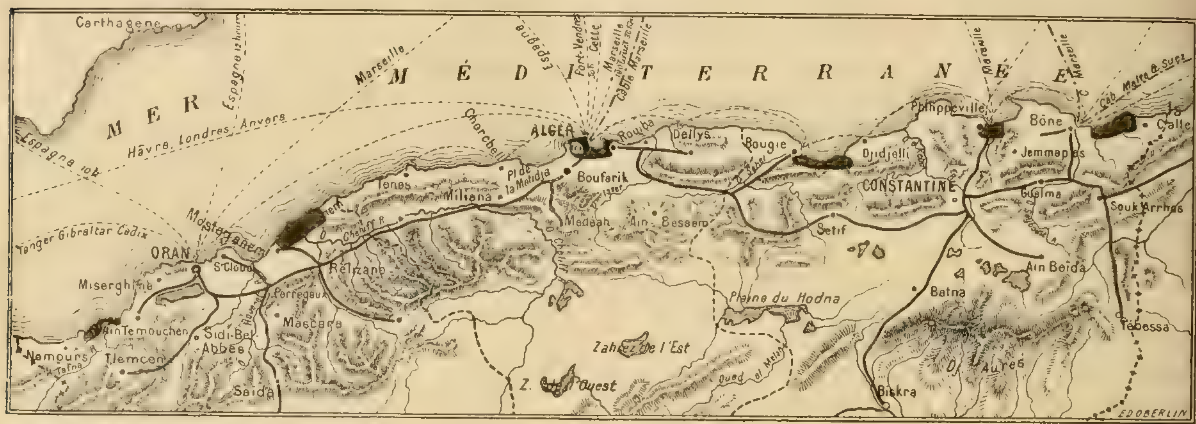


Fig. 1. — *Parties du littoral algérien les plus favorables à la culture ornementale.* — Ces parties sont représentées en noir.

Les expéditions de France se sont succédé nombreuses et diverses pendant de longues années, si bien qu'aujourd'hui on compte en Algérie une riche variété de plantes cultivées pour leurs propriétés odorantes ou leurs qualités décoratives.

La carte ci-jointe (fig. 1) montre en quels endroits

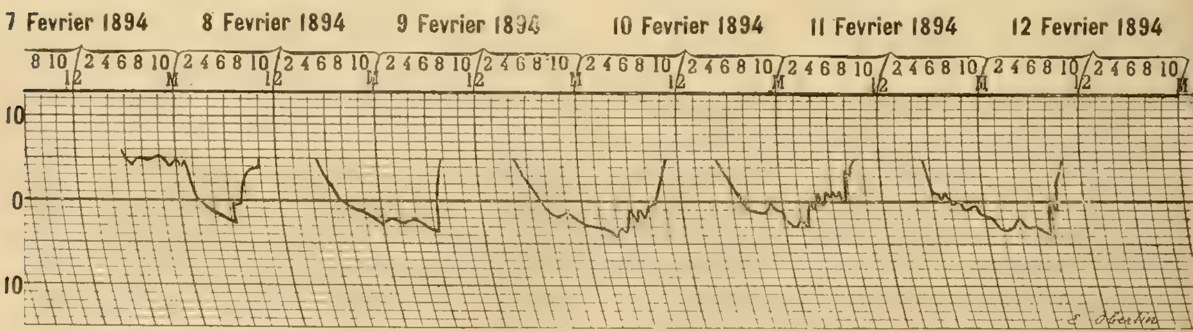


Fig. 2. — *Durée d'une série de refroidissements au-dessous de zéro. (Observations enregistrées à 10 centimètres au-dessus du sol.)*

de la côte cette culture se localise : elle est limitée à six centres, tous situés au bord même de la mer et voisins des ports d'expédition : Miserghine et Mostaganem dans la province d'Oran[1] ; Alger et ses environs immédiats ; la baie de Bougie, Philippeville et un groupe de villages au voisinage de Bône, dans la province de Constantine.

Même en ces endroits privilégiés le climat impose à l'horticulture des soins spéciaux, que nous allons indiquer.

I. — Particularités culturales imposées par le climat.

L'horticulture commerciale exige tout d'abord la formation d'un sujet de choix, bien établi, sans tare, offrant en même temps qu'un port gracieux et des couleurs séduisantes, une vitalité prononcée, une certaine souplesse d'adaptation, puisqu'il est destiné à l'ornementation d'une serre, d'un appartement ou d'un jardin d'Europe, et cela exige qu'on le préserve, en été, de l'extrême sécheresse et de l'insolation, en hiver des intempéries.

La croissance ayant lieu surtout pendant la saison estivale, qui est longue et sèche, il faut alors irriguer le sol à l'eau courante, et arroser à l'arrosoir les plantes en pots. Il y a, de ce fait, d'une part une grosse dépense, en raison de la rareté de l'eau en Algérie, d'autre part une circonstance qui contribue à limiter très étroitement la culture à un tout petit nombre de centres, au plus bas niveau du sol.

En outre, pendant les mois d'été, l'insolation est si intense qu'il est de toute nécessité d'en atté-

[1] Nous ne citons pas ici les beaux jardins privés de Tlemcen, nous bornant à l'horticulture commerciale.

nuer les effets au moyen d'abris : quelquefois, en effet, l'actinomètre à boule noire accuse jusqu'à 67°. Enfin, le sirocco souffle de temps en temps, arrivant à la température de 40° à 44° et avec un degré hygrométrique très bas. La végétation serait brûlée, si l'on ne prenait soin de la soustraire par quelque artifice à de tels fléaux.

En hiver, ce sont surtout les variations brusques de l'état atmosphérique, les bourrasques accompagnées de grêle, la réfrigération par rayonnement nocturne, les rapides oscillations de la température et de l'éclairement, qui sont à craindre. Les refroidissements au-dessous de zéro, même à 0m10 au-dessus du sol, ne sont pas rares. Contrairement à une opinion très accréditée en France, de tels abaissements de température sont souvent de longue durée : quelquefois ils se prolongent pendant une dizaine d'heures, c'est-à-dire presque toute la nuit. Le graphique de la figure 2 montre qu'ils se manifestent fréquemment par séries.

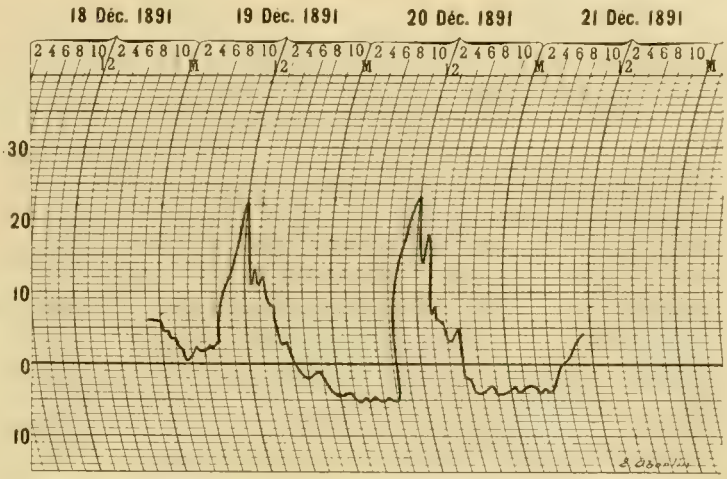


Fig. 3. — *Graphique montrant une série d'extrêmes thermiques instantanés suivant des refroidissements au-dessous de 0.*

Quelquefois ces abaissements au-dessous de zéro sont suivis, quand vient le jour, d'un magnifique éclat du ciel, et même d'un rayonnement solaire intense. La figure 3 nous donne un exemple de ce phénomène : on y remarque le maintien de — 5° pendant plusieurs heures, puis le relèvement rapide de la température jusqu'à + 25°.

Point n'est besoin d'insister sur l'influence néfaste que de tels écarts exerceraient sur des plantes délicates si l'horticulteur ne s'appliquait à les soustraire à ces causes de destruction. Pour combattre l'action de tels facteurs, pour éviter l'arrêt de certaines végétations, les développements incomplets, le dessèchement ou la pourriture des bourgeons terminaux ou centraux, les taches ou les décolorations du feuillage, l'horticulture algérienne a recours au système des *abris permanents* (fig. 4, p. 711). C'est le *Jardin d'Essai d'Alger*, — appelé aussi le *Hamma*, — qui, il y a environ vingt-cinq ans, prit l'initiative de cette innovation. Actuellement tout le travail horticole de l'Algérie s'accomplit sous toiture ; c'est une pratique dont il n'est plus possible de se départir.

La toiture est le plus souvent à claire-voie ; elle est alors constituée par un clayonnage de bambous ou de roseaux, et supportée par des piliers, plus ou moins élevés, mais qui offrent ordinairement une hauteur de deux mètres et demi. Au jardin du Hamma, cette méthode est en vigueur sur une surface d'environ trente mille mètres carrés.

Cette disposition, dont notre figure 4 (p. 170) représente un fragment, n'est pas seulement utile aux plantes : elle permet aussi aux jardiniers de prendre soin des végétaux pendant les chaleurs de l'été ; ils s'y trouvent protégés contre l'ardeur excessive du soleil et peuvent, matin et soir, vaquer aux opérations de leur métier.

II. — Végétaux cultivés.

Notre but n'est ni de décrire ni même d'énumérer toutes les espèces végétales que l'horticulture algérienne cultive pour la vente. Nous nous bornerons à un rapide coup d'œil sur les plus importantes des familles végétales où elle puise, en ayant soin d'indiquer, au sujet de chacune, son rôle particulier, ses exigences spéciales et ses représentants les plus précieux.

§ 1. — Palmiers.

Aucune autre famille ne caractérise mieux la puissance de végétation et la nature du climat. Celle-ci a imprimé au littoral africain de la Méditerranée le cachet particulier de son origine intertropicale.

La culture des Palmiers joue donc, en Algérie, un grand rôle, non seulement comme embellissement local, mais aussi comme article d'exportation pour toutes les régions du nord et du centre de l'Europe, depuis que ces belles plantes ont pris dans l'ornementation des appartements un droit d'occupation permanente.

Les Palmiers introduits dans la colonie et prospères sont déjà très nombreux. Il suffira de signaler les plus en vue, ceux dont la nature est rustique, qui atteignent leur complet développement et montrent normalement leurs inflorescences et leurs fructifications fertiles.

Les espèces de Cocotiers s'élevant en grands

stipes en forme de colonnes lisses sont les *Cocos brésiliens*. Le plus beau, comme le plus rustique parmi eux, est le *Cocos datil Hort.*, très apprécié pour l'ornementation des serres et des appartements.

Le genre *Phœnix* a un très grand nombre de représentants. Le Palmier-dattier, *Phœnix dactylifera Lin.*, de nos oasis, reste encore une des plus belles plantes du genre, mais à l'état de développement complet. Les oasis composées par cette espèce ont un aspect des plus pittoresques. L'allée du *Jardin d'Essai*, qu'ils bordent de chaque côté, est une des curiosités horticoles du monde.

Les principaux *Phœnix* ont eu autrefois une grande vogue, notamment le *Ph. leonensis*, mais sont déchus aujourd'hui : ils ont été brusquement remplacés par le *Phœnix canariensis*, magnifique plante naturellement, mais qui n'a pas toujours, comme végétal d'appartement, une réelle élégance. Ce Palmier constitue un article d'exportation : car il est maintenant très recherché sur les marchés de toute l'Europe. Il supporte bien, avec un bon emballage en caisse, les longues traversées des ports algériens à Paris par la voie Atlantique et le Havre.

Dans les *Coryphinées* et les *Borassées*, beaucoup de plantes de nature particulièrement rustique offrent un caractère très ornemental. Dans ce groupe on rencontre quelques espèces devenues de vente courante, telles que le *Latania borbonica* et les *Corypha australis* et *gebanga*.

Le genre *Sabal* atteint souvent des proportions gigantesques. Quelques-unes de ces plantes, beaucoup plus rustiques et de meilleure tenue que les *Latania* et les *Corypha*, commencent à être utilisées l'été sur les pelouses de l'Europe, en sujets isolés, résistant sans souffrir jusqu'à la fin de l'automne.

Le groupe des *Chamærops* est apprécié pour sa rusticité, et notamment le *Chamærops excelsa* du Nord de la Chine, qui remonte presque dans la région montagneuse en Algérie.

Du *Chamærops humilis*, ce palmier nain de nos broussailles, l'horticulture a retiré des formes élégantes : *Chamærops tomentosa* et *Ch. macrophylla* et notamment le *Ch. elegans*, que tout le monde connaît.

Le *Rhapis flabelliformis* du Japon, composé de belles touffes dans les endroits frais et pas trop ensoleillés, est une plante de vente courante, dont le monopole a été longtemps à l'Allemagne, mais que l'Algérie peut aujourd'hui produire facilement.

Le genre *Kentia* se cultive bien et prend place parmi les plantes à la mode.

§ 2. — Musacées.

L'aspect ornemental de quelques sujets de cette famille est dû à un large feuillage ou à quelques fleurs originales aux brillantes couleurs.

Les Musacées sont, dans nos jardins du littoral, la plus haute expression de la forme tropicale.

Deux genres principaux s'y remarquent : les *Musa* et les *Strelitzia*.

Les Bananiers *Musa*, réunis sous la zone la plus chaude et abritée du climat marin, sont déjà nombreux. Mais le genre *Strelitzia*, originaire de l'Afrique australe, beaucoup plus rustique, doué d'une puissante végétation, est peut-être encore plus ornemental que le groupe des *Musa*. On y remarque deux formes différentes : l'une, grande et à large feuillage ; l'autre, naine, à floraisons aussi curieuses que brillamment colorées. Parmi les premières, il n'y a à relever que le *Strelitzia Augusta*, *Thunb Cap.* dont la place est indiquée dans les appartements et les jardins d'hiver. Il y est, du reste, apprécié à cause de sa végétation à disposition distique, lui permettant de produire un grand effet sans être encombrant. Dans les plantes naines en touffes florifères, le type est le *Strelitzia Reginæ*, *Ait Cap.* avec des variétés nombreuses.

§ 3. — Amaryllidées.

Cette famille, très voisine des Liliacées, renferme un grand nombre de plantes dites *bulbeuses* qui prospèrent fort bien à l'air libre dans la zone tempérée du Nord de l'Afrique.

Il y a de très belles floraisons dans les genres *Crinum*, *Pancratium*, *Amaryllis*, *Clivia*. Les *Narcissus* sont recherchés par les indigènes.

Mais toutes ces petites plantes disparaissent devant le très intéressant genre *Agave* aux massives végétations, aux feuilles crassulantes et hampes gigantesques. Toutefois le commerce auquel donnent lieu les espèces de ce genre est beaucoup moins actif qu'autrefois : car la multiplication facile de beaucoup d'espèces dans le bassin méditerranéen en a déprécié la valeur.

§ 4. — Liliacées et groupes voisins.

Les tribus et les groupes voisins de la grande famille des Liliacées constituent un nombre considérable de plantes curieuses dans leurs formes tantôt élevées, tantôt naines.

Dans la série des bulbes, les floraisons sont ordinairement hivernales et vernales en Algérie : *jacinthes*, *ornithogales*, *muscari*, *tulipes*, etc.

La tribu des *Aloïnées* peut être fortement représentée dans la collection des amateurs par le genre *Alœ*.

Mais les plantes les plus originales de ce groupe

Fig. 4. — *Abri permanent au Jardin du Hamma (à Alger).* — Il est destiné à préserver les plantes des variations brusques de température. La toiture à claire-voie est constituée par un clayonnage de bambous ou de roseaux; elle est supportée par des piliers de 2 mètres et demi de hauteur. Cet abri permet aussi aux jardiniers de travailler à l'aise pendant les fortes chaleurs de l'été.

sont les formes élevées, quelquefois à prodigieux développement, comme quelques sujets des genres *Yucca*, *Dracæna*, *Cordyline*.

Voisines des *Liliacées*, les *Asparagées* jouent un grand rôle dans le commerce horticole de l'Algérie ; quelques-unes sont également des types remarquables de la végétation facile à l'air libre.

Au premier rang des grands sujets se distingue le fameux *Dracæna Draco Lin.* des Canaries, aux formes épaisses et fortement ramifiées.

Les grandes allées du jardin du Hamma en offrent en bordure d'admirables spécimens. Les nombreux types des *Dracæna australis* et *indivisa* vivent mieux vers les parties fraîches et montagneuses.

Les espèces à feuillage coloré, dont le type est le *Dracæna terminalis*, résistent mal à la pleine terre et sont de culture peu facile.

Tout le groupe des *Cordyline congesta*, *brasiliensis*, *cannæfolia*, etc., se multiplie en grande quantité pour la vente courante de plantes à bon marché.

Dans un autre groupe, les *Aspidistrées*, se trouve une plante d'appartement connue pour sa rusticité, son bas prix et l'effet qu'elle produit sans exiger de grands soins : c'est l'*Aspidistra elatior Blum*, et surtout sa variété : l'*A. elatior variegata*.

§ 5. — **Aroïdées.**

L'humidité par trop froide de l'hiver restreint le nombre de ces intéressantes plantes dans la pleine terre. D'autre part, elles exigent pendant l'été des arrosements permanents.

Les grandes espèces à feuilles vertes du genre *Caladium* se comportent bien sur le littoral.

Mais la culture des *Caladium* panachés exige de grands soins, ainsi que celle des *Anthurium*, *Dieffenbachia*, etc.

L'Aroïdée la plus ornementale, en même temps que rustique, est, pour le rivage africain, le *Philodendron pertusum*, ou *Monsteria deliciosa Liebm*, de l'Amérique intertropicale.

§ 6. — **Graminées.**

Le groupe horticole des *Bambusées* occupe le premier rang par ses effets décoratifs, sa rusticité et sa rapide croissance.

Les grandes espèces sont à végétation estivale ; elles se montrent les plus délicates et ne sortent pas de la zone marine : *Bambusa macroculmis*, *A. Riv. Inde; Bambusa vulgaris*, *Wendl. Madagascar;* le *Bambusa vulgaris vittata* est remarquable par les panachures de son chaume.

Dans la section des *Phyllostachyées*, qui comprend principalement des espèces de moindre taille, à végétation vernale et très traçante, la rusticité est plus accusée et permet à ces bambous de remonter à de fortes altitudes, où ils rendent des services. Le *Phyllostachys mitis Poiret*, de Chine, est le type le plus important de ce genre.

Les petits bambous à rhizomes traçants font rapidement des haies verdoyantes et élégantes.

Plantées en pots, ces espèces, par la flexibilité de de leurs chaumes, offrent un gracieux aspect, qui leur assigne une place dans les appartements. Leur multiplication est facile et la plante se traite comme un article de pépinière.

§ 7. — **Araliacées.**

Ces plantes à feuillage très ornemental sont très employées par l'Horticulture. Dans la zone tempérée de l'Algérie beaucoup d'espèces s'y montrent très rustiques, même avec arrosements limités : elles forment des massifs où se remarquent en sujets isolés : l'*Oreopanax dactyliferum*, le *Sciadophyllum pulchrum*, *Hort.* de Java.

Quelques autres espèces à feuillage plus fin sont recherchées par les amateurs. Tels les *Aralia Chabrierii* et *Gracillina Veitchii*.

Mais une plante est spécialement recommandable et est fort utilisée par le commerce local et par celui de l'exportation : c'est l'*Oreopanax nymphæfolia*, plante à grande feuille, d'un très beau vert vernissé et d'excellente tenue : elle est appelée à remplacer le *Ficus elastica* dans les appartements.

§ 8. — **Artocarpées; Morées.**

Les *Ficus* arborescents présentent deux formes : les espèces à racines adventives et aériennes et celles dont le tronc est simple. La première série est la plus pittoresque. De longues racines filiformes se balancent au vent pendant leur élongation vers le sol; puis, quand elles l'atteignent, elles s'y fixent solidement. Parmi les plus beaux types de ce genre figure en première ligne le *Ficus Roxburghii*. Dans la série des troncs simples se rencontrent des sujets de première taille : le *Ficus laurifolia Lam* des Indes orientales, et le *Ficus racemosa*.

Mais l'horticulture s'occupe plus spécialement de la multiplication de quelques espèces qui ont une place marquée dans le commerce. L'espèce la plus recherchée est le *Ficus elastica* ou *Caoutchouc* destiné aux appartements. Autrefois cette plante était à la mode, et l'Algérie en expédiait une certaine quantité sur Paris, mais depuis quelques années elle est moins appréciée.

Les espèces encore en vogue dans l'horticulture d'amateurs sont : *Ficus nobilis*, *F. Chauvierii*, *F. rubrinervis*, *F. nymphæfolia*. Elles prospèrent toutes en pleine terre sur le littoral, et beaucoup se multiplient à l'air libre.

§ 9. — **Bignoniacées.**

Le plus bel arbre d'ornement appartenant à cette famille est, sans doute, dans nos jardins, le *Jacaranda mimosæfolia*, *Don*, du Brésil, aux floraisons bleues avant la pousse des feuilles, au feuillage élégant et découpé comme celui d'une fougère. Quelquefois les petits sujets bien faits figurent dans les appartements.

Mais c'est principalement dans la section des grimpants, sarmenteux et lianes, que les *Bignoniacées* concourent, chez nous, à l'embellissement des troncs d'arbres et à la confection rapide de tonnelles et de berceaux. Le *Phædranthus Lindleyanus* est une des plus belles espèces du genre; c'est une plante à fleurs pourpres.

§ 10. — **Bombacées; Sterculiacées.**

Encore une famille de grands arborescents qui concourent à l'ornementation des jardins du littoral, où ils sont remarquables par leur développement quelquefois rapide, le revêtement épineux de leur tronc et la beauté de leurs floraisons. Citons le *Chorisia speciosa Saint-Hilaire*, du Brésil, la plus belle espèce à cause de sa floraison automnale, réellement merveilleuse.

Le genre *Pachira* ou *Carolinea* renferme des espèces bien acclimatées et du plus haut intérêt. Le *Pachira macrocarpa Hort.*, du Mexique, se signale par sa magnifique floraison estivale. Le genre *Sterculia* ne présente, au point de vue ornemental, que des espèces de taille moyenne à belles feuilles dans le jeune âge.

§ 11. — **Composées.**

Cette grande famille, qui renferme tant de végétaux intéressants, n'a cependant pas un rôle bien marqué dans l'Horticulture algérienne. Cependant deux plantes font exception :

Le *Ferdinanda eminens Lagasc*, du Mexique, formant des touffes dont les tiges atteignent six à huit mètres de haut, à larges feuilles entières et à inflorescences blanches paraissant au printemps.

Le *Montagnea heracleifolia Ad. Brong.*, du Mexique, dont les touffes ramifiées, de 4 à 5 mètres de haut, à belles feuilles découpées, ont une floraison automnale.

§ 12. — **Conifères.**

La plante de cette famille, qui a la plus grande vogue dans le commerce, est l'*Araucaria excelsa*. Il y a déjà en Algérie des sujets qui ont plus de 30 mètres de hauteur. Au *Jardin d'Essai* d'Alger, ils produisent des graines fertiles qui servent à la multiplication de ces charmantes petites Conifères, très recherchées actuellement sur les marchés de Paris et des grandes capitales.

§ 13. — **Cycadées.**

Parmi les Gymnospermes à végétation étrange, quelques espèces se montrent rustiques et ne craignent pas, quand elles s'avancent vers les régions montagneuses, quelques chutes de neige.

L'espèce la plus remarquable est le *Cycas revoluta Thumb*, du Japon. Elle forme en pleine terre de gros troncs ayant plus de 150 feuilles, ou est cultivée en petites plantes très recherchées dans les appartements. Alors elle constitue une rosace de feuilles pennées, très vertes et très luisantes, du plus bel effet.

§ 14. — **Légumineuses.**

Dans cette vaste famille il convient seulement de signaler les principaux types qui intéressent le Nord de l'Afrique. Les grands arborescents, les plus remarquables dans nos parcs et jardins, appartiennent au genre *Erythrina*. Ils s'y multiplient par boutures en pleine terre.

Un groupe intéressant, en arbres, arbrisseaux et arbustes, et largement représenté sur tout le littoral et même dans la partie montagneuse soumise au climat marin, c'est la tribu des *Mimosées*, d'origine australienne principalement. Ces plantes ont pris sur tout le littoral algérien une extension considérable, à cause de la rapidité de leur croissance, de leur résistance à la sécheresse, et par leur belle floraison dans les saisons hivernale ou vernale : *Acacia dealbata*, *A. mollissima*, *A. floribunda*, etc. Leurs belles inflorescences jaune d'or, pâles ou vives, en chaton ou en globule, sont recherchées par la floriculture. Tous ces rameaux fleuris ornent économiquement vases et jardinières des appartements.

Les difficultés de transport, notamment les mauvais effets de la traversée, malgré des emballages soignés, empêchent ces fleurs d'arriver sur les grands marchés de l'Europe, où accèdent les produits similaires du midi de la France.

§ 15. — **Rosacées.**

Quelques types exotiques ont une place dans les jardins : les *Photinia* à l'état d'arbrisseaux; les *Raphiolepis* et les *Spiræa* en gros buissons fleuris.

Mais c'est le genre *Rosa*, le véritable rosier, qui est le plus beau représentant de cette famille, comme le plus beau type de la floriculture de l'Algérie. Les hybrides *remontants*, les *Bourbons*, les *Indica*, les *Bengales*, etc., n'offrent aucune difficulté de culture; le groupe des *Thés* est principalement remarquable. Toutes les espèces grimpantes ou fortement sarmenteuses ont une grande exubérance de végétation et se signalent par plusieurs floraisons annuelles très abondantes par période :

Thé Maréchal, *Rêve d'or*, *Chromatella*; *Safrano*, *Homère*, *Maréchal Niel*, etc.

La culture des rosiers en pots constitue un commerce local. Quant à l'exportation des roses coupées, elle a été constamment entravée par la mauvaise influence de la traversée.

III. — Conditions économiques de la culture.

Les conditions économiques imposées à la culture des plantes ornementales ci-dessus énumérées sont assez dures en Algérie.

Le loyer de la terre est fort cher pour les établissements d'horticulture, que la nécessité d'écouler leurs produits rapproche des villes desservies par des transports maritimes.

L'eau d'arrosement, assez rare, est d'un emploi dispendieux, car il faut l'élever par des machines (ordinairement des *norias*).

Les engrais, les fumiers notamment, ne se trouvent qu'aux environs des villes ayant des garnisons de cavalerie ou un grand service de voitures : Alger, Oran, Bône.

La main-d'œuvre est relativement chère : le simple ouvrier, européen ou indigène, est payé à raison de 2 fr. 50 la journée. A Alger la plupart des jardiniers sont d'origine française, espagnole ou plutôt mahonaise. Dans l'Est, les Italiens et les Maltais dominent. Dans l'Ouest ce sont les Espagnols. Les indigènes ne détestent pas le jardinage, mais comme manœuvres ou servants. A Alger, les descendants des Maures et les Kabyles montrent quelques goûts culturaux, mais non les Arabes.

Quelques grands établissements d'horticulture existent en Algérie : le plus important est le *Jardin d'Essai d'Alger* ou *Hamma*, qui occupe un nombreux personnel, a de grands frais généraux qui ne chargent aucun budget de l'État, ce qui est considéré comme une heureuse, mais unique exception.

Les difficultés d'emballage des plantes vivantes, articles de luxe, restreignent forcément les relations commerciales. Cependant le système adopté au *Jardin d'Essai*, et qui a été imité par-

Fig. 5. — *Exemple d'une caisse d'emballage servant à l'exportation des plantes ornementales.* — Les racines sont débarrassées de la terre qui les entoure et enveloppées de fibres de palmier humides avec un revêtement de feuilles de bananier; les plantes sont serrées les unes contre les autres et supportées par des traverses

tout, permet l'heureuse arrivée, à Paris ou dans les ports du Nord de la France et de la Belgique, des principaux végétaux, quelles que soient leurs dimensions.

L'emballage se fait en caisse bien construite et ne dépassant pas 500 kilos (fig. 5). Chaque plante est fortement démottée, puis entourée de matières humides, principalement de fibres de palmiers, avec un revêtement de feuilles de bananiers. Serrées les unes contre les autres, par rangs soutenus par des traverses, les plantes sont ainsi immobilisées et conservent une humidité suffisante même pour de longs trajets.

La voie la plus économique est celle de mer. On peut transporter la tonne à Paris, viâ Alger par le Havre, au prix de 90 francs avec un trajet de 25 jours. Par chemin de fer en petite vitesse par Marseille-Paris, la tonne revient à environ 200 fr. d'Alger à Paris; la durée du trajet est 10 à 15 jours. Ces dernières conditions, très onéreuses, opposent un véritable obstacle au développement du commerce horticole de l'Algérie.

L'estimation du commerce horticole en France est généralement exagérée : il en est de même pour l'Algérie, dont l'exportation en plantes ornementales ne dépasse pas 300.000 francs.

Quel est l'avenir de ces cultures?

Par suite de causes diverses, l'horticulture est restée longtemps stationnaire. Pendant cette période, le Midi de la France, de Toulon à Nice, a fait des progrès considérables et a pris sur les grands marchés de l'Europe la place que l'Algérie avait droit de convoiter. Économiquement, le Midi de la France est bien mieux placé : il tient au continent, charge sur place en wagon complet et reçoit facilement la visite des intéressés, sans oublier la clientèle créée par la riche colonie qui l'habite.

D'autre part le mouvement horticole est tellement développé depuis quelques années en Belgique, les méthodes culturales bien précisées et le milieu économique si favorable à tous les points de vue, que l'immense production de ce petit pays, où l'horticulture est en quelque sorte une affaire nationale, trouve en France un débouché assuré, non seulement sur Paris, mais déjà sur nos villes du centre. Le droit de douane de 3 francs par 100 kilos, imposé à la frontière, est insuffisant pour relever l'horticulture française, devenue en grande partie tributaire de la Belgique, et qui le sera peut-être aussi, avant peu, de l'Angleterre pour certains articles.

Ces dernières considérations sont de nature à inspirer de réelles inquiétudes, quant à l'avenir du commerce de plantes d'exportation en Algérie, malgré la beauté et la vigueur, bien reconnues, des produits de notre grande colonie.

Charles Rivière,

Directeur du Jardin d'Essai « le Hamma », à Alger.

511.4
611

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

Comme les années précédentes, nous adoptons la division en chapitres répondant aux divers systèmes organiques. Nous y ajoutons un chapitre d'embryologie générale pour faire rentrer dans cette revue quelques mémoires qui ne sauraient trouver place dans les autres subdivisions, telles que nous les établissons.

I. — Systèmes de soutien et de mouvement. — Squelette et muscles.

Le crâne et les extrémités terminales des membres sont toujours les parties du squelette qui suscitent les plus nombreux travaux des anatomistes.

Dans le *crâne*, il s'agit de déterminer, si possible, le nombre des métamères primitifs qui ont pu intervenir dans la constitution de la tête, problème assez difficile, paraît-il, car les chercheurs sont loin d'être d'accord, malgré le soin qu'ils apportent à leurs études. Cependant il semblerait que de sérieux progrès ont été faits dans ces dernières années, tout au moins en ce qui concerne une importante partie du crâne, je veux parler de la région occipitale. C'est pourquoi, conformément à l'habitude que j'ai prise de n'insister dans cette revue que sur les questions qui me paraissent suffisamment étudiées ou sur celles qui ont une importance de premier ordre, je vais essayer de présenter aussi succinctement que possible l'état de cette déjà bien vieille question de l'os occipital et de son homologation à une vertèbre, la vertèbre crânienne postérieure.

Nous verrons plus loin que c'est en Italie surtout qu'on paraît se préoccuper beaucoup de l'occipital et de ses dépendances; mais les anatomistes italiens que j'aurai à signaler ne visent pour la plupart qu'un point particulier, tandis qu'en France un mémoire de Debierre [1] sur le « développement du segment occipital du crâne »

[1] Ch. Debierre : Développement du segment occipital du crâne, 2 pl., in *Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1895, p. 385.

embrasse la question d'une façon beaucoup plus générale; aussi est-ce par ce mémoire que je commencerai. Il s'agit là à la fois d'une œuvre bibliographique — où sont rappelées les phases par lesquelles a passé l'occipital depuis Oken qui, le premier, en 1807, y vit une vertèbre cranienne, — et d'un document nouveau, car l'auteur donne le résultat d'observations personnelles sur le développement de l'os en question, particulièrement chez l'homme, où il a pu étudier une belle série de 24 crânes de fœtus compris entre 5 et 40 centimètres de longueur.

Voici quelques premières conclusions :

« 1° La portion occipitale du crâne est fondamentalement composée, chez tous les Vertébrés, de quatre os : un médian et basilaire traversé par la corde dorsale, le *basioccipital;* deux latéraux, pairs et symétriques, les *exoccipitaux;* un médian, situé au-dessus du trou occipital, l'*occipital écailleux.*

2° Chez les Vertébrés supérieurs, ces quatre os se soudent dans le cours du développement pour constituer un os unique, l'os occipital. Chez les Poissons osseux et chez les Reptiles écailleux, ils restent distincts toute la vie. Ils restent longtemps séparés chez les Monotrèmes et les Marsupiaux, parmi les Mammifères. Chez les Oiseaux, leur soudure est précoce.

3° La portion occipitale du crâne des Mammifères, de l'homme notamment, passe transitoirement, dans le cours de l'ontogénie, par un état qui est permanent chez les Vertébrés inférieurs. »

Tous ces points d'ailleurs sont admis actuellement sans conteste, et il n'y aurait rien de bien nouveau dans le mémoire de Debierre, si l'auteur s'en tenait là. J'ai rappelé ces premières conclusions parce qu'elles m'ont paru bien poser la question. Mais où la lutte est vive, c'est lorsqu'il s'agit de déterminer la valeur réelle de certaines anomalies qui s'observent en proportion plus ou moins grande dans la constitution de chacune des parties qui composent l'occipital, et qui font des variantes au type fondamental, tel que l'établissent les conclusions ci-dessus. L'auteur n'a pas manqué d'examiner à fond ces questions controversées, auxquelles ses observations lui ont permis d'apporter parfois une solution satisfaisante.

Est-il vrai, tout d'abord, que l'os occipital, comme on l'admet assez généralement, représente la première vertèbre crânienne? Pour se faire une opinion sur ce point, Debierre a étudié successivement le développement des diverses parties de l'occipital. Dans la région basilaire, *basioccipital* des auteurs, il n'a vu qu'un seul point d'ossification médian. Or, on s'accorde à admettre que le corps des vertèbres se développe par deux points d'ossification. Est-ce une raison pour refuser au basioccipital la valeur d'un *centrum?* Non; d'une part, en effet, s'il existe deux points d'ossification pour le corps vertébral, ce n'est que d'une manière très fugitive et, rapidement, les deux points primitifs s'unissent en un point unique et médian; d'autre part, on connaît des exemples de bifidité de l'extrémité du basioccipital et autres anomalies de même ordre [1] qui semblent indiquer qu'il a pu y exister deux centres primitifs d'ossification, dont l'existence séparée serait plus éphémère encore que dans les vertèbres, puisque l'auteur n'a jamais trouvé au basioccipital qu'un point d'ossification médian; enfin le basioccipital est traversé par la corde dorsale comme le sont les corps vertébraux. Ainsi le basioccipital peut très bien être homologué à un corps de vertèbre, bien que l'auteur n'y ait jamais rencontré qu'un seul point d'ossification.

Mais il y a plus : quelques anatomistes sont tout à fait en désaccord avec l'auteur au sujet du nombre des points d'ossification du basioccipital. Ainsi, MM. Rambaud et Renault (1864) y admettent deux points d'ossification, non pas symétriquement placés de chaque côté de la ligne médiane, mais disposés *l'un derrière l'autre* sur cette ligne médiane. D'ailleurs, pour les mêmes auteurs, c'est également ce qui existe pour le corps des vertèbres rachidiennes, et ils concluent à l'homologation de ces parties.

Debierre pense que MM. Rambaud et Renault se sont trouvés en présence d'une anomalie prise par eux pour une disposition générale, mais qui n'en est pas moins d'un haut intérêt, si on l'interprète autrement. E. G. Saint-Hilaire, en effet, pour expliquer certaines malformations, supposait qu'il devait y avoir quatre points d'ossification pour le basioccipital. D'autre part, Albrecht a signalé, dans certains cas, rares il est vrai, l'existence d'un os (*os basiotique*) placé entre le basioccipital et le basisphénoïde, et Froriep, de son côté, a été amené, par ses études d'embryologie, à admettre quatre protovertèbres dans la formation de l'occipital. Debierre se demande, en présence de tous ces faits, si l'os basiotique d'Albrecht ne serait point l'une de ces protovertèbres venant à persister anormalement, indépendante, et en même temps si l'antérieur des deux points d'ossification en série linéaire de Rambaud et Renault ne représenterait pas le point d'ossification de ce basiotique que ces auteurs auraient eu la bonne fortune de rencontrer persistant encore. Du même coup, les vues théoriques de E. G. Saint-Hilaire se trouveraient confirmées, si

[1] Staurenghi (Ancora su l'ossificat. del basioccipitale del *Sus scropha*, *Bollet. Scientifico*, Pavia, 1895) a trouvé un noyau double osseux en avant du basioccipital, chez le *Sus scrofa*. Antérieurement (1894), il avait fait quelques observations analogues.

les deux points de la série linéaire provenaient eux-mêmes de la soudure de deux points, primitivement nés de chaque côté de la ligne médiane.

Somme toute, les divergences d'opinion des auteurs pourraient, si l'on admet les ingénieuses considérations de Debierre, s'expliquer par ce fait que le basioccipital est un *complexe* dans lequel deux éléments au moins se trouveraient bien démontrés : le basiotique et le basioccipital proprement dit.

Ce basiotique est déjà considéré par Albrecht[1] comme le corps d'une vertèbre céphalique dont les neurapophyses sont représentées par les périotiques ; le basioccipital, de son côté, serait encore susceptible de présenter des subdivisions ; pour Debierre, en effet, c'est un complexe de corps vertébraux qui, normalement, en l'état actuel, se présente comme le corps d'une vertèbre dont les neurapophyses sont représentées par les exoccipitaux et la neurépine par l'infra-occipital qui s'est adapté aux nouvelles conditions que lui crée le développement des parties de l'encéphale qu'il doit recouvrir. Donc, et c'est la conclusion finale de l'auteur, ce qu'on a appelé la « vertèbre occipitale » ne répond, en aucune façon, dans le crâne adulte ou fœtal, à un segment métamérique occipital du crâne primordial. Et cela se comprend, si on réfléchit aux nombreuses contractions, fusions et flexions qu'ont dû subir les pièces du squelette primordial pour s'adapter aux conditions spéciales déterminées par le développement de la portion céphalique du névraxe.

Beaucoup d'autres points intéressants sont étudiés par Debierre ; nous ne pouvons ici les retenir tous ; nous signalerons seulement une longue discussion à propos de *l'osselet de Kerckringe*, ce petit os libre ou soudé à l'occipital qu'on observe parfois au milieu du bord inférieur de l'infra-occipital. Les uns assimilent cet osselet au manubrium de l'écaille occipitale, les autres le considèrent comme un rudiment neurapophysaire du proatlas. Pour Debierre, ce n'est qu'une ossification accidentelle d'une valeur secondaire.

Il est, toutefois, un point qui suscite ailleurs de nombreux travaux et au sujet duquel Debierre n'apporte point de données nouvelles et ne nous fait point part de sa manière de voir. Je veux parler d'une formation qu'on a désignée sous le nom de 3e *condyle de l'occipital*. Ce 3e condyle est un tubercule osseux, simple ou double, représenté parfois par une surface articulaire ou par une éminence portant une facette articulaire, et qu'on observe dans quelques crânes anormaux sur le bord postérieur du basioccipital. Si Debierre ne nous dit point sa manière de penser à l'égard de ce 3e condyle, nous trouvons, par contre, chez les auteurs italiens, comme nous le disions au début de cette revue, de nombreux travaux et aussi de nombreuses divergences de vues.

Romiti (1884 et 1885) avait émis l'idée que le 3e condyle est homologue au condyle basilaire de la tortue et à la portion médiane du condyle des Crocodiliens et des Oiseaux. Cette manière de voir est aujourd'hui complètement abandonnée. L. Calori[1] fait observer en effet que le condyle, unique aussi bien chez les Reptiles que chez les Oiseaux, est composé des mêmes parties que les condyles occipitaux des Mammifères et de l'Homme, et il démontre que la portion moyenne du condyle unique est homologue aux deux portions de l'occipital basilaire qui contribuent, chez les Mammifères et chez l'Homme, à former les condyles occipitaux. On ne peut donc admettre l'homologie du 3e condyle occipital de l'homme et de l'unique condyle occipital des Sauropsides. Kalenscher (1893) avait émis l'opinion que le 3e condyle résulte de l'ossification des points d'attache du ligament odontoïdo-occipital médian. Il ne paraît pas avoir été suivi dans cette voie, car Lachi, qui, ayant rencontré une ossification du ligament atloïdo-occipital, avait pensé que ce pouvait être là l'origine du 3e condyle, arrive dans un nouveau travail à des conclusions tout autres. Lachi[2] commence par repousser l'idée des anatomistes qui considéraient le 3e condyle comme représentant la portion moyenne du condyle des Reptiles. La portion médiane du condyle des Chéloniens se trouve, en effet, en rapport avec la notocorde, ce qui en ferait un corps vertébral bien plus qu'un os apophysaire ; d'autre part, la segmentation de l'occipital des Reptiles ne correspond pas à la segmentation de l'occipital des Mammifères. Pour ces raisons, Lachi pense que le troisième condyle de l'occipital doit être considéré comme un des éléments du complexe dont est formé l'os occipital ; il a tendance à y voir la partie la plus distale de ce complexe, c'est-à-dire le proatlas. Un autre anatomiste italien, Chiarugi[3], abonde dans le même sens. Pour lui, le troisième condyle représente un élément vertébral et plus spécialement la partie hypo-apophysaire du proatlas. A l'appui des observations de Froriep sur le proatlas des Ruminants, il apporte les siennes propres sur le lapin. Chez ce dernier, comme chez les Ruminants, le proatlas se constitue de la même manière que les autres vertèbres ; il s'y forme un arc hypocordal

[1] Albrecht : Mémoire sur le basiotique... Bruxelles, 1883.

[1] L. Calori : *Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Inst. di Bologna*. Série V, t. IV, et *Arch. ital. de Biologie*, t. XXIII, fasc. III, 1895.

[2] Lachi : *Boll. della R. Accad. med. di Genova*, 1895, n° 2.

[3] Chiarugi : *Monitore Zoolog. italiano*, an. VI, n° 2, 3, 4. 1896.

très rudimentaire et éphémère qu'on voit reparaître d'une manière accidentelle. Le troisième condyle, et avec lui, d'autres processus basilaires, constituent des anomalies régressives : ce sont des organes non destinés à se développer, qui deviennent permanents d'une manière fortuite ; c'est le cas du troisième condyle qui représente, en somme, un corps vertébral, le proatlas de Froriep.

Signalons encore une autre manière de voir où l'hypothèse semble avoir une part moins grande : c'est celle de Vittorio Carucci [1]. Cet auteur se range à l'avis des anatomistes qui expliquent la formation du troisième condyle occipital par le développement anormal des condyles latéraux et un trouble dans le processus d'ossification.

A propos du squelette des extrémités des membres, nous trouvons un nombre assez considérable de mémoires qu'il nous est malheureusement impossible d'analyser ici même brièvement ; nous ne ferons donc que les signaler :

De Ducret [2], une contribution au développement des membres pairs et impairs des Poissons Téléostéens. De Gaupp [3], des recherches sur la musculature des membres antérieurs et postérieurs de la Grenouille. Il y établit un parallèle entre les animaux coureurs chez lesquels les muscles ont tendance à s'allonger, et les animaux tels que la Grenouille, où des masses musculaires puissantes et courtes surchargent les articles terminaux des membres. Perrin, d'autre part [4], continuant ses études sur les membres des Amphibiens, laisse de côté le point de vue fonctionnel et se préoccupe d'établir l'homologie du membre antérieur des Anoures et de celui des autres Vertébrés. Il a commencé par étudier très exactement la musculature de ce membre chez les Anoures, car c'est la base de la méthode qu'il institue dans ses recherches. « Partant de ce principe, dit-il, que les organes homologues ont entre eux des rapports constants, j'ai cherché à établir l'homologie des os en déterminant celle des muscles qui les font mouvoir. » Les auteurs s'étaient appuyés jusqu'à ce jour sur le nombre des os du carpe et sur leur position relativement aux os correspondants des autres Vertébrés, ou bien encore sur des études embryologiques ; mais cette dernière méthode, pas plus que les autres, n'a donné de résultats, car, même chez de très jeunes larves d'Anoures, la disposition de la main est franchement du type anoure et rend impossible la comparaison avec le carpe des autres Vertébrés. On conçoit, dans ces conditions, que les interprétations ont dû varier considérablement. Il n'existe, en effet, pas moins de six théories différentes. La nouvelle méthode de M. Perrin l'amène à en formuler une septième, d'après laquelle la main des Anoures, sans différer beaucoup de celle des Urodèles, rappelle la structure du pied des Anoures, par la présence d'un doigt supplémentaire. « La main des Anoures a, en effet, quatre doigts homologues des quatre doigts des Urodèles ; elle a, en outre, un præpollex homologue du præhallux du pied. Si dans le carpe des Anoures on ne tient pas compte du carpalien du præpollex, on a un carpe qui ne diffère de celui des Urodèles que par l'absence d'un central distinct. »

Pour en finir avec le squelette, je signalerai quelques recherches sur la colonne vertébrale. Gadow, Hans et Abbott [1] ont étudié la colonne vertébrale des Poissons et des Amphibies. Garbowski [2] a publié sur celle des Oiseaux, et Couvreur et Bataillon [3] sur celle du Grand Fourmilier.

II. — Système nerveux. — Organes des sens.

L'encéphale des Vertébrés a été l'objet d'un certain nombre d'études parmi lesquelles il en est qui présentent vraiment quelque intérêt. C'est d'abord une note de W. Turner [4] sur le cerveau de l'Ornithorhynque. L'auteur s'est attaché à disséquer l'encéphale en place. Il le figure et le décrit succinctement. On peut voir le cervelet à peu près complètement à découvert, tandis que le corps pinéal et les lobes optiques sont entièrement cachés. En avant, les lobes olfactifs sont comme étranglés en leur milieu. La partie située en arrière de l'étranglement siège dans la fossette olfactive ; elle représente donc le bulbe olfactif ; la partie située en avant de l'étranglement occupe un prolongement tubulaire de la fossette olfactive ; il semble que ce soit le commencement du nerf olfactif.

Nous n'insistons point sur cette étude purement morphologique, pour arriver à des recherches d'un intérêt plus général, publiées par G. Elliot Smith. En 1895 [5], cet anatomiste concluait de ses études

[1] V. Carucci : *Ercolani*, an VII, n° 2, 1894.

[2] Ducret : Lausanne. F. Rouge, in-8°, 32 p.

[3] E. Gaupp : Mittheilung zur Anat. des Frosches, II Band, und Fuss-Muskeln des Frosches, in *Anat. Anzeig.* 1895, Bd. XI. 1895, n° 7.

[4] Perrin : Remarques sur la musculature du membre antérieur de quelques Urodèles, *Bull. de la Soc. Philomat. de Paris*, 1894 ; et Constitution du carpe des Anoures, *Bullet. Scient. de la France et de la Belgique*, avril 1896.

[1] Gadow, Hans et Abbott : On the Evolution of the vertebral column of Fishes, in *Philos. Trans. of the Roy. Soc. London*, 1895, p. 163-221 ; et Column of Amphibia, *id.* 1895, p. 257-59.

[2] Tad. Garbowski : Zur Beurteilung vertebraler Regionen bei Vögeln, in *Anat. Anzeig. Centralbl.* XI Band, n° 14, p. 444-454.

[3] Couvreur et Bataillon : Etude sur le Grand Fourmilier, organes génitaux et structure vertébrale, in *Ann. de la Soc. Linn. de Lyon*, 1893, p. 115.

[4] W. Turner : Further notes on the Brain of Ornithorhynchus paradoxus. *Journ. of Anat. and Physiol.*, vol XXX ; nouv. série, vol. X, Part. II, janv. 1896, p. 280.

[5] G. Elliot Smith : The connection between the olfactory

sur les rapports entre le bulbe olfactif et l'hippocampe, que le *fascia dentata* a certainement des relations étroites avec le lobe olfactif, car il varie de taille comme celui-ci, et qu'il doit être considéré comme un « poste récepteur » hautement différencié pour les impressions olfactives. Plus récemment, le même auteur [1] a publié un mémoire important sur une question du même ordre, c'est-à-dire sur la constitution du « lobe limbique », ou mieux sur les parties de l'encéphale qui doivent être considérées comme faisant partie du vrai lobe limbique.

On sait que Broca a appelé *grand lobe limbique* ou *limbe de l'hémisphère* un ensemble qu'il considérait comme intimement uni au point de vue fonctionnel et qui comprenait les circonvolutions calleuses de l'hippocampe et le lobe olfactif. Schwalbe, en 1881, a ajouté à ces parties le *fascia dentata*, le *septum pellucidum* et le *fornix*, et, excluant le bulbe olfactif, il a appelé l'ensemble ainsi reconstitué lobe *falciforme*.

Dès ses premières recherches, l'auteur a cru reconnaître que la constitution du lobe limbique, tel que le comprenait Broca, n'était point applicable aux Mammifères implacentaires, pas plus que celle du lobe falciforme de Schwalbe. Étudiant l'encéphale de l'Ornithorhynque et de l'Échidné et le comparant à celui des Marsupiaux, il constate qu'il lui est impossible d'adopter la manière de voir de ces anatomistes. Tout d'abord des défauts de nomenclature ont amené des confusions très grandes; ainsi, on a appelé, chez l'homme et beaucoup de Mammifères microsmatiques, du nom d'hippocampe la partie postérieure du lobe pyriforme, qui n'est point, comme la partie antérieure, affectée par le processus atrophique général qui atteint tout l'appareil olfactif, et on lui a donné ce nom parce qu'elle confine à la partie caudale de l'hippocampe, qui est seule représentée chez les mêmes animaux. L'examen du cerveau des Mammifères inférieurs, Marsupiaux et Monotrèmes, indique nettement combien cette désignation est fautive, et il en faut conclure qu'on devrait définitivement abandonner le terme « d'hippocampe » pour désigner la partie susdite du lobe pyriforme.

L'auteur écarte aussi la désignation de « rhinencéphale », proposée par M. Turner pour désigner le lobe pyriforme, et il y substitue le terme de *lobe limbique*. Je passe sur d'autres détails concernant le fornix, le septum pellucidum, etc., et j'arrive aux conclusions générales :

1° En ce qui concerne l'hippocampe : bien qu'il ne soit pas marginal et qu'il ait probablement d'autres fonctions que celles qui ont trait au sens de l'olfaction, il est si intimement uni à l'appareil olfactif, et particulièrement au fascia dentata, qu'il doit être considéré, à l'exemple de ce dernier, comme une formation essentiellement olfactive.

2° En ce qui concerne le corps calleux qui, pour Broca et autres, fait partie du lobe limbique : il ne peut, en réalité, être conservé comme portion intégrante du « vrai lobe limbique » ou rhinencéphale de W. Turner; d'abord, il n'est point marginal ou « limbique » dans le sens de Broca, Foville et Gerdy, car il est séparé du hile (*grande ouverture de l'hémisphère* de Foville et Gratiolet) par l'hippocampe ou par son représentant, la circonvolution supra-calleuse. D'autre part, il n'est pas en relation directe avec l'appareil olfactif; enfin, phylogénétiquement, il est de beaucoup plus récente origine que toutes les parties du vrai lobe limbique.

Comme considération générale, l'auteur ajoute que, dans l'hémisphère cérébral, les régions les plus anciennes en date sont situées au voisinage du « hile » ; si de nouvelles formations se produisent, elles apparaissent à la périphérie des premières qui, dès lors, deviennent *limbiques*. C'est ainsi que l'écorce cérébrale des Reptiles a été reléguée chez les Mammifères dans la région qui entoure immédiatement le hile de l'hémisphère, où elle forme dorénavant le *vrai lobe limbique*.

L'*hypophyse* ou glande pituitaire est une partie de l'encéphale encore énigmatique, aussi ne faut-il point s'étonner de voir périodiquement paraître quelques travaux qui la concernent. Ainsi, nous trouvons une note de M. Eliz. Bickford [1] d'après laquelle l'hypophyse d'un poisson, le *Calamoicthys*, apparaît comme une glande capable d'une active sécrétion. Il ressort des coupes faites par l'auteur que cette sécrétion trouverait issue dans la cavité buccale. Cette conclusion n'est point conforme à celle de Waldschmidt qui étudia, il y a plusieurs années, l'hypophyse d'une espèce voisine, le Polyptère, et qui admit que la sécrétion de l'hypophyse se déversait dans l'infundibulum, et avait manifestement pour fonction de constituer le liquide du ventricule. Quoi qu'il en soit, si le devenir de la sécrétion de l'hypophyse est encore problématique, on commence à se rendre mieux compte de sa structure et de son origine. On admettait jusqu'à ces derniers temps que cet organe était toujours formé par le concours de deux sortes d'ébauches d'origine ectodermique : une

Bulb and the Hippocampus in *Anat. Anzeig.* Band. X, n° 15, 1895, p. 470.

[1] G. Elliot Smith : The morphology of the thrue « lobe limbic », corpus callosum, septum pellucidum and fornix, in *Journ. of Anat. and Physiol.*, vol. XXX ; nouv. série, vol. X. Part. I, 1895, p. 157 et Part. II, 1896, p. 185.

[1] Eliz. Bickford : The hypophysis of the *Calamoicthys calabaricus*, in *Anat. Anzeig.* Band. X, n° 15, mars 1895.

ébauche cérébrale dérivée de l'infundibulum et une ou plusieurs ébauches buccales correspondant au diverticulum ou poche de Rathke qui, chez les Oiseaux et les Mammifères, est située immédiatement en avant de la membrane pharyngienne.

Kuppfer [1], dans un travail récent, a montré que, chez les Vertébrés inférieurs, il existe une autre formation, de nature endodermique, participant au développement de l'hypophyse, « une invagination, tantôt creuse, tantôt pleine de l'endoderme, naissant en arrière de la membrane pharyngienne ». Cette formation répondrait (d'après ses observations sur la Brebis) au diverticulum pharyngien connu sous le nom de poche pharyngienne de Seessel chez les Mammifères.

Le Dr Saint-Rémy [2] a repris cette étude chez les Mammifères et les Oiseaux. Chez ces Vertébrés, la poche pharyngienne ne prend plus une part directe au développement de la glande hypophysaire. « Chez les Oiseaux, cette poche doit être considérée comme représentant morphologiquement l'ébauche endodermique de l'hypophyse, mais sous forme d'un rudiment qui ne concourt pas anatomiquement à sa formation. Chez les Mammifères, il semble que cette ébauche endodermique de l'hypophyse, encore plus réduite que chez les Oiseaux, ne soit plus qu'un vestige presque nul. » Cependant le Dr Saint-Rémy considère l'interprétation de Kuppfer comme absolument exacte, et il regarde avec lui la poche pharyngienne de Seessel comme l'homologue de l'ébauche endodermique de l'hypophyse qu'il a décrite chez les Vertébrés inférieurs.

Nous avons parlé, dans notre revue de l'an dernier, d'un autre organe assez énigmatique aussi, l'organe de Jacobson, et nous avons en particulier insisté sur l'opinion de Garnault qui estimait, contrairement à Gegenbaur, que la connexion entre l'organe de Jacobson, et les cartilages de Huschke n'est pas essentielle, ces cartilages étant des organes de soutien qui ne deviennent qu'accidentellement organes de protection. Le même auteur a fait, cette année, en collaboration avec M. le Professeur Mathias Duval [3], des recherches sur le même sujet chez les Cheiroptères. Ils n'ont trouvé d'organes de Jacobson que chez la Pipistrelle (*Vesperugo pipistrellus*). Le Murin (*Vespertilio murinus*) et le Rhinolophe fer à cheval n'en possèdent point. Or, c'est chez une des espèces qui ne possèdent point d'organe de Jacobson, chez le Rhinolophe, qu'on trouve les dispositions les plus accentuées pour le soutien de la cloison. Chez le Murin et chez la Pipistrelle, on trouve de très petits cartilages de Huschke. Somme toute, ces cartilages « sont, chez les Mammifères, des organes de soutien pour la cloison, et leurs relations avec le tube de Jacobson sont purement contingentes et accidentelles ».

Pour en finir avec les organes des sens, chez les Vertébrés, nous signalerons un mémoire de MM. Coyne et Cannieu [1] sur la constitution de la membrane de Corti ou *tectoria* des auteurs. On sait que c'est une formation disposée au-dessus de l'organe de Corti comme une sorte de velum et au sujet de laquelle les opinions sont assez variables. Pour beaucoup d'anatomistes, cette tectoria ne serait fixée que par son extrémité ou mieux son bord interne, et serait libre au-dessus de l'organe de Corti. Pour d'autres, elle est également fixée à son bord externe au niveau du ligament spiral. Les recherches de MM. Coyne et Cannieu les conduisent à admettre que la tectoria offre deux insertions relativement fort étendues; l'interne sur la protubérance de Huschke, l'externe à la fois sur toute la surface qui s'étend du bord externe de la gouttière spirale interne jusqu'aux cellules de Claudius. Cette tectoria est d'origine cuticulaire, assimilable aux cupules terminales qui coiffent les crêtes acoustiques chez les Mammifères. Nous avons eu personnellement l'occasion d'étudier ces cupules terminales chez les Cheiroptères, où elles acquièrent un remarquable développement, et nous devons dire que la manière de voir des auteurs que nous analysons nous paraît tout à fait acceptable.

L'étude de la texture de la tectoria a conduit MM. Coyne et Cannieu à une conception toute nouvelle de cette membrane. « Elle n'est point formée, disent-ils, par une masse solide ; elle n'est pas constituée par une masse compacte de substance homogène, claire, transparente, parcourue par des fibrilles plus foncées. Elle est formée, au contraire, par des cloisons d'une substance spéciale, circonscrivant des cavités polygonales, se présentant sur des coupes perpendiculaires avec stries sous la forme d'un réseau. Les mailles de ce réseau sont assez larges au niveau de l'organe de Corti;... aussi peut-on se représenter cette tectoria comme constituée par une foule de cavités plus ou moins pyramidales, inclinées sur l'organe de Corti, sur lequel elles s'appuient par leur base. » C'est dans les cavités en question que sont contenus les cils des cellules du sommet et de Corti.

Il y a lieu de faire remarquer combien cette conception nouvelle de la tectoria laisse loin derrière elle tout ce qu'on avait imaginé jusqu'à ce jour. Elle laisse le champ ouvert aux physiologistes qui

[1] Kuppfer : *Sitzungsb. d. Gesellsch. f. Morph. u. Phys.* in München, 1894.

[2] Dr Saint-Rémy : *C. R. hebd. Soc. de Biologie*, 1895, n° 19, p. 423.

[3] M. Duval et P. Garnault : L'organe de Jacobson des Cheiroptères, in *C. R. hebdom. de la Société de Biologie*, 1895, p. 261.

[1] Coyne et Cannieu : Contribution à l'étude de la membrane de Corti, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiolog.*, 1895, p. 261.

ne manqueront pas de tirer parti de ces notions nouvelles pour expliquer le fonctionnement de l'organe de Corti, et la part que prend particulièrement la tectoria dans les phénomènes de l'audition.

III. — Système vasculaire.

Van der Stricht [1] a suivi, chez de très jeunes embryons de lapin, les premières phases du développement du sang et des capillaires sanguins dans l'aire vasculaire. Il a pu, en s'aidant de réactifs appropriés, différencier très nettement les trois feuillets et constater que, dans l'aire opaque, c'est dans le mésoblaste et à ses dépens que se forment les premiers capillaires et les érythroblastes (corpuscules rouges nucléés). Ces recherches viennent donc à l'appui de l'opinion de A. von Kölliker, qui admet que, chez le lapin, de même que chez le poulet, les premières cellules sanguines se forment aux dépens de cellules mésoblastiques. Elles complètent en même temps les recherches récentes de Hubrecht [2], qui avait décrit des îlots de cellules sanguines, analogues à ceux qu'a observés Van der Stricht, mais qui n'avait pu déterminer avec certitude l'origine réelle de ces éléments.

Parmi les travaux d'embryologie relatifs au système vasculaire, nous avions eu l'occasion de signaler, l'an dernier, les recherches de M. Duval sur le Placenta des Carnassiers et des Rongeurs. Cette année, le même anatomiste [3] a entrepris l'étude complète de l'embryologie des Cheiroptères. C'est un travail considérable qu'il ne nous est malheureusement pas possible d'analyser ici ; nous devrons nous borner à indiquer quelques-uns des résultats. Pour ce qui regarde la placentation, M. Duval s'exprime ainsi : « En résumé, la fixation de l'œuf (chez le Murin) sur le terrain maternel s'accomplit selon un processus très semblable à ce que nous avons vu dans nos études antérieures sur les Rongeurs et sur les Carnassiers : l'ectoderme s'applique étroitement à la surface de la muqueuse utérine dont l'épithélium disparaît ; puis l'ectoderme commence à pénétrer par petites poussées dans le tissu de cette muqueuse, pour envelopper ses capillaires, dont l'endothélium est remarquablement modifié. » Pour le moment, l'auteur attire l'attention d'une façon spéciale sur la disparition de l'épithélium utérin au cours et dans la région du développement du placenta. On sait que cette disparition de l'épithélium utérin s'observait également chez les Rongeurs et les Carnassiers, si bien que « nous pouvons, dit M. Duval, dès maintenant poser cette loi générale que, à part les Ruminants, les Pachydermes et les Équidés, l'épithélium utérin disparaît chez tous les animaux que nous avons étudiés jusqu'ici (Rongeurs, Carnassiers, Cheiroptères et Insectivores). Il en est de même chez les Singes. »

En collaboration avec M. Boulart [1], j'ai eu l'occasion d'étudier le placenta du Cerf sica. Comme chez toutes les espèces du même genre qu'il nous a été possible d'observer, le placenta ne compte qu'un très petit nombre de cotylédons, soit six en tout. Quatre des masses cotylédonaires sont volumineuses et mesurent de 7 à 9 centimètres de diamètre, les 2 autres sont beaucoup plus petites. Cette observation vient à l'appui de celles que nous avions déjà faites et sur lesquelles nous nous étions fondés pour classer les Cervidés avec les Moschidés dans le groupe des Ruminants *Oligocotylédonés* que nous opposons aux *Polycotylidonés* (Bovidés, Antilopidés) et aux *Acotylédonés* (Camélidés, Tragulidés).

Nous avons, d'autre part [2], étudié la circulation du cœur chez les Balænides ; nous avons pu constater l'existence d'un cercle artériel et d'un cercle veineux marginaux, formés de troncs vasculaires très volumineux occupant les bords des ventricules, en même temps que des dispositions plexiformes très riches s'observent en certains points. Ces caractères particuliers de la circulation du cœur chez les Cétacés sont évidemment liés à l'adaptation de ces animaux à la vie aquatique, car nous n'avons rien trouvé de semblable chez les Mammifères terrestres (Equidés), tandis que l'Otarie et le Castor nous ont montré des dispositions anatomiques de même ordre.

IV. — Système de nutrition.

Nous avions attiré l'attention, l'an dernier, sur les recherches que Laguesse poursuivait sur la structure et le développement du pancréas. Cet anatomiste [3] a continué ses études et a publié un important mémoire sur l'histogénie du pancréas chez le mouton. On admet (voir notre revue de 1895) que le pancréas des Vertébrés dérive de deux ébauches primitives : une dorsale, qui fournit la plus grande partie de la glande et le canal

[1] Van der Stricht : *C. R. hebd. de la Soc. de Biologie*, 1895, p. 181.

[2] Hubrecht : Studies in mammalian Embryology. III. The placentation of the Shrew (Sorex vulgaris), in *Quarterly Journ. of. Microsc.*, vol. XXXV, fasc. 4., 1894.

[3] M. Duval : Etudes sur l'embryologie des Cheiroptères, *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1895, n° 2, p. 93 ; n° 5, p. 425 et 1896, n° 2, p. 105

[1] Beauregard et Boulart : Note sur le placenta du Cerf sica. *C. R. hebd. de la Soc. de Biologie*, 1895, p. 629.

[2] Beauregard et Boulart : Note sur la circulation du cœur chez les Balænides. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle*, 1896, p. 16.

[3] Laguesse : Recherches sur l'histogénie du pancréas chez le mouton, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiologie*, n° 5, 1895, et nos 2 et 3, 1896, et *C. R. hebdomadaires de la Société de Biologie*, 1895, p. 602 et p. 699.

de Santorini, et une ventrale, née de la paroi même du conduit hépatique primitif ; elle donne une portion de la glande et le canal de Wirsung. Mais il y a plus ; on sait que, chez certains animaux (Bœuf), il existe de petits pancréas plus ou moins enclavés dans la paroi même du canal cholédoque. L'auteur s'est demandé si ces petits pancréas n'auraient pas une origine indépendante, et l'observation lui a donné raison. Il a trouvé, en effet, chez le mouton, une série de nouveaux petits bourgeons qui se détachent tardivement de l'épithélium du canal cholédoque et qui forment autant de glandes pancréatiques accessoires. « Le bourgeon primitif du foie, dit Laguesse, nous apparaît donc de plus en plus comme un véritable bourgeon hépato-pancréatique, possédant la propriété de donner naissance à du tissu pancréatique, non seulement tout à son origine, mais encore à une période relativement reculée du développement. »

Dans ses recherches sur l'histogénie du pancréas, l'auteur s'est principalement préoccupé d'établir la signification des cellules dites centro-acineuses et des formations dites pseudo-follicules, points folliculaires, etc., qu'il désigne sous le nom d'*Ilots de Langerhans*. Comme il ne nous est pas possible de donner une analyse complète de ce Mémoire, nous nous arrêterons ici seulement à la question des îlots de Langerhans. On sait qu'on désigne ainsi des îlots ou masses pleines, formés de cellules troubles, qui se montrent entre les acini, et qui sont entourés d'un réseau à mailles serrées de capillaires tortueux et irréguliers. Laguesse a constaté que ces îlots, qu'on observe chez l'adulte, apparaissent de très bonne heure chez l'embryon et qu'ils y sont même comparativement beaucoup plus nombreux, ce qui semble indiquer qu'ils jouent aux premières époques de la vie fœtale un rôle important.

En effet, dans la paroi des tubes pancréatiques primitifs qui proviennent des bourgeonnements de l'ébauche première du pancréas, on voit se former des sortes de verrues, saillantes au dehors et formées de cellules un peu troubles. Ces cellules venant à proliférer par karyokinèse, il se forme bientôt des masses arrondies, volumineuses, pleines, qui sont les îlots *primaires* de Langerhans. Cette première génération d'îlots pleins entre bientôt en régression et s'élimine, en majeure partie, au moins, par les canaux, mais bientôt une nouvelle génération (îlots secondaires) apparaît, suivie de plusieurs autres, formées aux dépens des cavités secrétantes par leur métamorphose en îlots pleins. Ces îlots *secondaires* continuent à se former pendant toute la vie. « Ils représentent une portion de la glande temporairement modifiée — pour s'adapter à une fonction nouvelle que nous croyons être la sécrétion interne — et destinée, au bout d'un temps relativement court, à se transformer de nouveau en cavités sécrétantes.

« Le foie et le pancréas nous apparaissent ainsi comme deux glandes, probablement de même origine phylogénétique, en tout cas, intimement rapprochées par l'ontogénie, par la structure, par la fonction. Mais tandis que, dans le foie, la cellule semble accomplir simultanément sécrétion interne et sécrétion externe, dans le pancréas, où la sécrétion externe est beaucoup plus importante, prédominante dans la digestion, une division plus complète du travail semble s'être accomplie. Par une sorte de balancement régulier, toute cavité sécrétante, après avoir fourni un certain nombre de fois une sécrétion externe, se transformerait temporairement en îlot plein *endocrine* (à sécrétion interne) et déverserait alors dans les vaisseaux une sécrétion interne ; puis elle reviendrait à l'état primitif et recommencerait indéfiniment à parcourir le même cycle. »

On sait combien les opinions diffèrent sur la nature des diverses parties de l'estomac composé des Cétacés. Un travail de MM. Pilliet et Boulart [1] paraît être une excellente contribution à la solution du problème. L'étude histologique des diverses poches formant l'estomac complexe des Cétacés était seule capable de fournir des renseignements précis pour l'interprétation exacte de ces organes ; mais il fallait, pour cela, des pièces anatomiques nombreuses et en bon état de conservation. Les auteurs ont trouvé les matériaux nécessaires à leur étude dans les nombreuses pièces anatomiques dont le regretté professeur Pouchet avait doté le service de l'Anatomie comparée au Muséum. Voici les conclusions auxquelles arrivent les auteurs. Bien que très compliqué, à la façon des Ruminants, l'estomac des Cétacés n'offre aucune comparaison possible avec ce dernier. Chez les Ruminants, en effet, les premières poches gastriques, panse, bonnet et feuillet, ne sont que des réservoirs, sans formations glandulaires ; la caillette seule représente le vrai estomac. Chez les Cétacés, il n'existe rien de semblable. En dehors d'une panse, qui peut exister (Balénides) ou être absente (Sirénides), il n'existe qu'un estomac glanduleux, mais la caractéristique de cet estomac des Cétacés, c'est la séparation de l'estomac pylorique et de l'estomac cardiaque. Chacun d'eux peut, en outre, être subdivisé, « mais, au milieu de cette complexité apparente, on retrouvera toujours la division *anatomique* des deux estomacs, dont la division n'est que *physiologique* et *histologique* chez les autres Mammifères. C'est ce qui fait du Cétacé un type à part,

[1] Pilliet et Boulart : L'estomac des Cétacés, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1895, p. 250.

impossible à rapprocher du Ruminant, chez lequel, malgré la multiplicité des poches, l'estomac vrai est unique et ne forme qu'une poche, la caillette, comprenant les glandes à pepsine et les glandes pyloriques. »

Nous ne pouvons que signaler un mémoire de Brachet [1] sur le développement du diaphragme et du foie chez le lapin, et les recherches de A. Swaen [2] sur le développement du foie, du tube digestif, de l'arrière-cavité du péritoine et du mésentère.

V. — Embryologie générale.

Quelques recherches sur le *cœlome* ont été récemment publiées. C'est d'abord un mémoire de Goodrich [3], dans lequel l'auteur se propose d'attirer l'attention de ses compatriotes sur la théorie d'après laquelle la cavité, connue sous le nom de cœlome chez les Cœlomates les plus élevés en organisation, est homologue à la cavité des follicules génitaux des types inférieurs. Les observations des auteurs sur ce point ayant plus particulièrement trait au groupe des Polychètes ou formes voisines, Goodrich résume dans une série de diagrammes les connaissances actuelles sur la disposition du cœlome et des néphridies chez les Planaires, les Rotifères, les Mollusques, les Némertiens, les Oligochètes, les Hirudinées, les Polychètes, les Arthropodes, le Siponcle, les Échinodermes, les Vertébrés, et il conclut ainsi de cet examen général : le cœlome est une ou plusieurs cavités où se développent les cellules sexuelles; il s'accroît graduellement jusqu'à devenir la cavité du corps dans laquelle siègent les viscères. Quant aux conduits génitaux, ils sont homologues (à quelques exceptions près) chez tous les Cœlomates, et les néphridies, que l'on a souvent confondus avec ces conduits, peuvent toujours en être distingués; enfin le cœlome peut acquérir secondairement une fonction rénale, les entonnoirs péritonéaux remplaçant les néphridies propres comme conduits excréteurs.

D'un travail de Van der Stricht [4] sur les premiers moments du développement du cœlome chez le lapin, il résulte que cette cavité se forme par *délamination*, plusieurs fentes séparées s'unissant et se fusionnant pour former la cavité elle-même, dont les parois sont représentées par un épaississement latéral du feuillet moyen où les cellules acquièrent des caractères épithéliaux.

Pour terminer cette revue, nous reviendrons sur le travail de M. Duval, relatif à l'embryologie des Cheiroptères, pour dire quelques mots d'une importante discussion qui y est soulevée à propos du mode de formation de la *masse amniotique* du Murin et qui intéresse en même temps la destinée des feuillets blastodermiques.

La cavité amniotique du Murin prend naissance d'une façon très spéciale. Il se forme d'abord un épaississement massif de l'*ectoderme*, puis cette masse, au lieu de se creuser d'une cavité centrale close de tous côtés, se disloque irrégulièrement et s'ouvre à la surface de l'œuf, « figurant une bourse largement étalée, dont les bords se relèvent alors selon le type classique des replis amniotiques et produisent l'occlusion de l'amnios par leur rapprochement et soudure ». M. Duval attire l'attention sur l'origine ectodermique de la masse amniotique du Murin, parce que les observations de divers anatomistes, et particulièrement celles de Hubrecht [1] qui, tout récemment, assigne, à ce qu'il appelle *bouton embryonnaire* chez le Tupaya et la Musaraigne, une origine endodermique, lui paraissent devoir comporter une autre interprétation. Le bouton embryonnaire en question n'est point, comme le pense Hubrecht, l'homologue du résidu vitellin ou masse interne endodermique connue des embryologistes; c'est, en réalité, une formation ectodermique analogue à la masse amniotique du Murin, mais qui est seulement en rapport moins intime avec la formation des plis amniotiques que chez le Murin. Si cette manière de voir est juste, — et M. Duval le croit fermement et le démontre en effet par la reproduction de figures empruntées aux auteurs dont il discute les opinions, — les conséquences en sont très importantes. Si, en effet, la masse cellulaire en question est bien d'origine ectodermique, comme, finalement, elle vient s'étaler à la surface de l'œuf en une lame ectodermique qui correspond à la tache embryonnaire, la conclusion suivante s'impose, à savoir : que, « dans tous les cas, l'ectoderme formatif, définitif, dérive de l'ectoderme primitif et non du reste vitellin ou masse interne, cette masse interne (masse endodermique) étant destinée à donner uniquement l'endoderme (d'où dérivera plus tard le mésoderme).

Dr H. Beauregard,
Docteur ès sciences et en médecine,
Assistant d'Anatomie au Muséum.

[1] Brachet. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1895, p. 511.

[2] A. Swaen. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1896, p. 1.

[3] Edwin S. Goodrich : On the cœlom, genital Ducts, and Nephridia, in the *Quarterly Journ. of microsc. Sc.* London, 1895, vol. 37, part. 4, p. 477.

[4] Van der Stricht : La première apparition de la cavité cœlomique dans l'aire embryonnaire du lapin. *C. R. hebdomad. de la Soc. de Biologie*, 1895, p. 207.

[1] Hubrecht : *loc. cit.*, et aussi : Die Phylogenese des Amnions und die Bedeutung des Trophoblastes. *Verhandel. der K. Akad. van Wissenschaften te Amsterdam*, 1895.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Kœnigs (G.), *Professeur suppléant au Collège de France.* — La Géométrie réglée et ses applications : coordonnées ; systèmes linéaires ; propriétés infinitésimales du premier ordre. — *1 vol. in-4° de 148 pages (Prix : 5 fr.) Gauthier-Villars, Paris,* 1896.

L'auteur des recherches sur les *Propriétés infinitésimales de l'espace réglé* était mieux préparé que personne à l'exposition de cette importante théorie : théorie intéressante à plus d'un titre, puisque, née de l'Optique géométrique, elle a enseigné à considérer systématiquement, comme éléments de l'espace, des figures autres que le point, transformant ainsi à la fois la Géométrie et l'Analyse.

Un autre côté par lequel la Géométrie réglée mérite particulièrement d'atirer l'attention est son caractère invariant. La géométrie des lignes droites se correspond à elle-même tant homographiquement que dualistiquement : que l'on définisse une ligne droite par les points dont elle est le lieu ou par les plans qui la contiennent, on est conduit à la représenter par le même système (corrélatif à lui-même) de six coordonnées $z_1, z_2, \ldots, z_6$, liées entre elles par une relation quadratique $\omega(z) = 0$, la forme polaire $\omega(z/z')$ de $\omega(z)$ s'annulant lorsque les droites se rencontrent ou (ce qui revient au même) lorsqu'elles sont dans un même plan.

De ce caractère dualistique résulte immédiatement une conséquence curieuse. Si les coordonnées d'une droite variable dépendant d'un paramètre sont des combinaisons linéaires de celles de deux droites fixes, soit :

$$z_i = a_i + \lambda b_i, \qquad (i = 1, 2, \ldots 6),$$

ces deux dernières se rencontrent, et la droite variable décrit un *faisceau-plan* (ensemble des droites passant par un point fixe dans un plan fixe). Mais si l'on introduit trois droites fixes telles qu'une combinaison linéaire arbitraire :

$$z_i = a_i + \lambda b_i + \mu c_i$$

de leurs coordonnées donne une droite variable, dépendant de deux paramètres, cette droite décrira soit un *système-plan* (ensemble de toutes les droites d'un plan), soit une *gerbe* (ensemble de toutes les droites issues d'un même point). Ces deux notions sont corrélatives l'une de l'autre : la Géométrie réglée ne distingue pas entre elles ; elle les confond sous le nom d'*hyperfaisceau*.

Après avoir exposé ces généralités, l'auteur étudie les complexes linéaires, puis les systèmes de complexes, à propos desquels il définit les *corrélations linéaires* (correspondances homographiques entre les points d'une droite et les plans qui passent par cette droite) et introduit la notion du rapport anharmonique et de l'involution de deux complexes. Il aborde ensuite la Géométrie infinitésimale en coordonnées de droites par l'étude des complexes linéaires tangents à une série réglée (série de droites dépendant d'un paramètre). Si cette série réglée constitue une surface gauche, on a les notions de quadrique de raccordement et d'hyperboloïde osculateur. Mais la série réglée peut aussi se composer des tangentes d'une courbe gauche ; c'est à propos de cette espèce de séries réglées que M. Kœnigs définit l'*élément de contact* de Lie, ou plutôt présente, à ce nouveau point de vue, la notion de faisceau-plan. Etant donnée la simplicité avec laquelle s'introduit l'élément de contact, la Géométrie réglée est particulièrement propre à l'étude de la Géométrie de Lie. L'identité, sous ce point de vue, entre les surfaces, les courbes et les plans, s'y présente naturellement.

Si maintenant, au lieu d'une série réglée, on considère un complexe quelconque $f(x) = 0$, l'équation :

$$\sum_i y_i \left(\lambda \frac{df}{dx_i} + \mu \frac{d\omega}{dx_i} \right) = 0,$$

où les x_i sont les coordonnées d'une droite du complexe et les y_i des coordonnées courantes, représente un système de complexes linéaires tangents au complexe donné suivant cette droite. Ces complexes sont tous spéciaux si l'on a :

$$(1) \qquad \Omega\left(\frac{df}{dx}\right) = 0$$

(Ω étant la forme adjointe de ω), et la droite considérée est une *droite singulière* du complexe. Les théories précédentes permettent de démontrer avec une remarquable simplicité l'existence de la surface des singularités.

On arrive non moins simplement à la solution d'un des problèmes fondamentaux de la théorie des complexes : *à quelle condition un complexe est-il composé des tangentes d'une surface* (ou plus exactement de droites ayant une enveloppe, c'est-à-dire tangentes à une même surface ou rencontrant une même ligne, ou passant par un même point)? Cette condition est précisément que *toutes* les droites du complexe vérifient la condition (1).

Le dernier chapitre se compose de deux parties : il est tout d'abord consacré à la représentation de l'espace réglé par les coordonnées de Klein, coordonnées choisies de manière que la forme ω soit réduite à une somme de carrés. Les six complexes cordonnées C_i offrent alors entre eux de remarquables relations. Ils sont en involution deux à deux. A toute distribution des six coordonnées en deux groupes de trois correspond une quadrique qui contient les directrices Δ_{ij} de la congruence commune à deux complexes quelconques C_i, C_j, d'un même terme ; à toute distribution des six coordonnées en trois groupes de deux correspond un tétraèdre ayant pour arêtes des droites Δ ; de sorte qu'il y a 15 pareils tétraèdres. Les 60 sommets de ces tétraèdres sont trois à trois sur 220 droites qui servent aussi chacune d'intersection à trois faces, etc., etc.

L'auteur reprend ensuite, à un autre point de vue, la théorie générale des représentations de la droite en considérant les six coordonnées $z_1, z_2, \ldots, z_6$ comme des coordonnées homogènes dans l'espace à cinq dimensions ; il est clair que les droites de l'espace ordinaire correspondront aux points d'une quadrique E^2_4 à quatre dimensions dans cet hyperespace, quadrique représentée par l'équation $\omega(z) = 0$. Cette quadrique contient une infinité d'espaces linéaires à une dimension (correspondant aux faisceaux-plans de l'espace ordinaire) et une infinité d'espaces linéaires à deux dimensions, correspondant aux hyperfaisceaux. Puisqu'il y a deux sortes d'hyperfaisceaux, la gerbe et le système-plan, il doit y avoir deux sortes de ces espaces linéaires. C'est, en effet, ce qui se produit : les espaces linéaires en question se groupent en deux systèmes, absolument comme les génératrices rectilignes d'une quadrique ordinaire (avec cette différence, toutefois, que deux espaces du même système se coupent, et non deux espaces de systèmes différents).

Mais on sait que toute quadrique est représentable sur un plan (par la projection stéréographique, convenablement généralisée). Le même procédé, appliqué à la quadrique E^2_4, permet de représenter chaque droite par un point de l'espace à quatre dimensions, de manière que tout complexe linéaire ait pour image une hypersphère. Les transformations homographiques et dualistiques de l'espace réglé correspondent, dès lors, aux opérations *anallagmatiques* (c'est-à-dire qui conservent les sphères) : déplacements, homothéties, symétries, inversions dans l'espace à quatre dimensions, autrement dit : la *Géométrie réglée, au point de vue projectif et dualistique, est identique à la géométrie anallagmatique de l'espace à quatre dimensions.*

La projection stéréographique admet une figure d'indétermination, qui est une quadrique à deux dimensions I_2, dont les génératrices des deux systèmes correspondent aux hyperfaisceaux des deux sortes.

Le développement de ces curieuses analogies termine l'ouvrage actuel (qui, dans la pensée de l'auteur, n'est, d'ailleurs, qu'une première partie). Dans l'exposé des questions que nous venons de résumer, M. Kœnigs apporte ce fini de discussion auquel il a habitué les lecteurs. Les cas singuliers, sans être mis sur le même plan que le cas général, sont traités avec le même soin. Nulle part, peut-être, cette précaution n'est-elle mieux justifiée que dans la Géométrie réglée.

J. Hadamard.

2° Sciences physiques.

Foussereau (G.), *Docteur ès Sciences, Secrétaire de la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons de Physique**, *à l'usage des élèves de la Classe de Mathématiques spéciales. Tome I* : **Optique.** — *1 vol. in-8° de 454 pages, avec 343 figures. (Prix : 12 francs.) Société d'Editions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois. Paris,* 1896.

Ces leçons de Physique procèdent de l'esprit nouveau dans lequel sont conçus les ouvrages scientifiques récents destinés aux classes préparatoires aux grandes Ecoles.

M. Foussereau a cherché à mettre en relief le véritable intérêt physique des diverses questions, en ne perdant jamais de vue que la seule base véritable est l'expérience. Ce n'est qu'après avoir bien fait ressortir la nature physique d'une question qu'il en aborde la théorie générale, et il sait l'exposer sans paraître aride. Il ne craint pas de montrer comment les diverses questions se rattachent à des vues plus générales. De simples aperçus suffisent pour montrer l'état actuel d'une question, pour faire apercevoir le but et l'étendue d'une étude plus élevée de la Physique. Un cours, conçu dans cet esprit, présente un attrait particulier d'originalité. M. Foussereau y a apporté en même temps la clarté et la précision, désirables toujours, absolument indispensables pour des élèves, et qui ont été tant appréciées dans son enseignement. Ces qualités apparaissent même dans les questions les plus simples. Les maîtres sauront reconnaître la rigueur avec laquelle il formule les lois de la réfraction, sans attendre jusqu'à la dispersion pour développer sa pensée. Il a su renouveler heureusement un certain nombre de dispositions consacrées de figures. Il a généralisé les notions de grossissement, de champ et de clarté dans les instruments d'optique, afin d'éviter la diversité que présente ordinairement leur application aux divers appareils et de les rattacher à une définition commune. On remarquera la clarté des figures relatives à la marche des rayons dans les instruments d'optique avec l'emploi des plans principaux. L'étude pratique des appareils n'est pas oubliée. La discussion du réglage du spectroscope et du goniomètre est particulièrement approfondie. Incidemment, M. Foussereau a trouvé le moyen le plus ingénieux d'enlever aux examinateurs la tentation de chercher encore dans le retournement des appareils une source intarissable de problèmes : il a consacré quelques notes à en traiter tous les points délicats. La photométrie devient intéressante par l'exposé des travaux modernes et par l'étude de la sensibilité des yeux. D'ailleurs, l'œil cesse d'être considéré uniquement comme un instrument d'optique particulier, digne seulement d'être étudié à son rang, à un seul instant du cours : comme dans la réalité, il intervient partout. Ainsi, aux droites focales, M. Foussereau montre élégamment dans quelles conditions l'image d'un point devient plus nette par la vision binoculaire. On remarquera l'exposé des indices de réfraction, l'étude des spectres et la vitesse de la lumière. Ce volume, d'un caractère original, écrit avec simplicité et précision, bien informé et très complet pour toutes les questions récentes, sera pour tous, lecteurs bénévoles ou spécialement intéressés, à la fois utile et attrayant.

Edgard Haudié.

Carnot (Ad.), *Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines.* — **Méthodes d'analyse des Fontes, des Fers et des Aciers.** — *1 vol. in-8° de 185 pages avec 1 planche. (Prix : 5 fr.) Vve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs. Paris,* 1896.

Il n'existait pas encore de traité en langue française, spécialement consacré à l'exposé des méthodes analytiques employées dans la métallurgie du fer. Cependant, l'importance de l'analyse devient de plus en plus grande, depuis que la métallurgie emploie dans ses investigations, et même en cours de fabrication, les métaux les plus divers. Le chimiste d'usine a maintenant à faire les analyses les plus délicates et les plus variées; à côté des dosages courants de carbone et de phosphore, de silicium, de soufre, etc., il a à étudier la séparation de produits naguère considérés comme des raretés : le titane, le tungstène, le molybdène, le vanadium, l'uranium, etc., opérations des plus délicates et sur lesquelles on ne trouve que des renseignements épars dans une foule de publications. Sur la demande de la *Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction*, M. A. Carnot a rédigé un ouvrage qui vient combler cette lacune, et que nul ne pouvait écrire avec autant de compétence et d'autorité.

Le premier chapitre est consacré au dosage du carbone total contenu dans un acier, et à la séparation des différentes formes sous lesquelles il se trouve uni au fer; puis vient le dosage du silicium, du phosphore, de l'arsenic, du soufre et du manganèse; M. Carnot s'occupe ensuite de la séparation des métaux unis au fer dans les aciers dits spéciaux, le chrome, le nickel, le tungstène, le molybdène, le titane, le vanadium, l'aluminium; enfin, les derniers chapitres sont relatifs au dosage du laitier ou de la scorie et des métaux alcalino-terreux, et au dosage du fer, peu pratiqué en général, mais qui permet de contrôler l'ensemble des opérations effectuées et se trouve ainsi fort utile dans les analyses de précision.

Les différentes méthodes d'analyse sont décrites avec tous les détails nécessaires pour l'application directe; on sent que le livre résume une longue série de recherches de laboratoire, recherches qui ont, d'ailleurs, conduit M. Carnot à la découverte de plusieurs des méthodes indiquées; telles sont, en particulier, les méthodes de dosage du chrome et du manganèse au moyen de l'eau oxygénée, le dosage de l'aluminium dans le fer, qui constitue une des opérations les plus délicates de la chimie analytique, enfin, la méthode de dosage du silicium et du phosphore qui est généralement adoptée aujourd'hui.

Le livre de M. Carnot résume complètement et magistralement l'état actuel de la question, et il rendra les plus grands services aux chimistes métallurgistes; on ne peut que remercier l'auteur de n'avoir pas reculé devant le travail considérable que représente la rédaction d'un tel ouvrage.

G. Charpy.

Oechsner de Coninck (W.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Eléments de Chimie organique et de Chimie biologique** — 1 *vol. in*-16 *de* 116 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.*) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

Ce petit ouvrage expose, d'une façon aussi simple que possible, les éléments de la Chimie organique, et fait suivre cet exposé des premiers principes de la Chimie biologique. Il trouvera un accueil favorable auprès des candidats au certificat d'études P. C. N., auxquels il est surtout destiné.

3° Sciences naturelles.

Scudder (S. H.).— **Revision of the american Fossil Cockroaches with descriptions of new forms.** — 1 *vol. in*-8° *de* 145 *pages avec* 12 *planches* (*Bulletin of the United-States geological Survey, n°* 124). *Washington*, 1896.

Les documents qui ont permis à M. Scudder de rédiger une revision monographique des Blattides paléozoïques ont été découverts par MM. Lacoe et Huston dans les gisements permiens et carbonifères de l'Ohio et de la Virginie.

Dans ce remarquable travail, l'auteur signale qu'aucune espèce n'a été rencontrée en même temps dans les deux régions et que les formes de l'Amérique diffèrent complètement de celles de l'Europe.

Des tableaux très minutieusement redigés nous donnent la liste des Blattides du Nouveau Monde, leur distribution géographique dans ce continent et en Europe, et l'énumération des formes prétertiaires de la faune néarctique et des gisements européens. M. Scudder indique aussi la répartition géologique des *Paleoblattariæ*, et des *Neoblattariæ* C'est avec raison que ce paléontologiste ne mentionne pas les empreintes liasiques paléarctiques. Son mémoire nous fait beaucoup mieux connaître les Orthoptères des temps primaires. Mais M. Scudder, en donnant un nom spécifique à presque toutes ces pétrifications, surcharge la nomenclature de termes qui ne rendent aucun service pour l'étude des Arthropodes fossiles. Les généralités soigneusement enregistrées nous permettront de mieux comprendre l'évolution probable de ces Articulés, et nous suggéreront les premières idées d'un essai de philosophie paléo-entomologique. M. Scudder indique qu'en 1879 on connaissait seulement 58 espèces de Blattides, et que ce nombre s'élève actuellement à 193. Il est indispensable de faire l'étude comparée des *Paleoblattariæ* et des *Neoblattariæ* du Stéphanien de Commentry, avant de pouvoir formuler des conclusions d'ensemble sur l'histoire des Blattides paléozoïques.

L'auteur signale que 5 des 14 genres connus du Nouveau Monde n'existent pas dans les terrains primaires de l'Europe. Les *Mylacridæ* ont ordinairement le corps plus grand que les *Blattinariæ*, à l'exception des *Lithomylacris*, qui sont plus grêles. En comparant la grandeur alaire des individus appartenant à la sous-famille des *Mylacridæ*, M. Scudder a constaté que celle-ci est de 27^{mm},5 chez 29 de ces Orthoptères et réduite à 22 millimètres chez les 104 *Blattinariæ* soumis à son examen. Les entomologistes qui s'occupent des insectes exotiques, n'ignorent pas que les Blattides américaines du genre *Blabera* peuvent acquérir une taille de 60 à 70 millimètres de longueur.

M. Scudder a trouvé une aile antérieure de blatte qui devait avoir environ 80 millimètres de longueur. Ce savant indique des chiffres très précis concernant les mesures du corps et celles des organes alaires de ces insectes et, comme il le dit lui-même, il s'est inspiré, pour rédiger cette partie de son mémoire, des belles recherches de Brunner de Wattenwyl sur le nouveau système des Blattaires. Les Orthoptères de cette famille des couches permiennes et du carbonifère étaient donc plus grands que les espèces actuelles et, comme chez les *Libellulidæ*, leur taille a progressivement diminué jusqu'à l'époque tertiaire. Grâce à l'obligeance de M. le Pr Josua Lindahl, l'auteur a pu étudier l'abdomen d'une Blattide de l'Illinois. Il décrit très exactement cette partie du corps de l'articulé, puis il revient sur l'opinion déjà émise par M. Ch. Brongniart, en disant que ce curieux et rare spécimen possède un long oviducte assez semblable à celui des Phasmides. Nous ne pouvons que féliciter M. Scudder de s'être borné à faire connaître avec soin la morphologie des segments abdominaux de cette Blattide, et de ne pas lui avoir donné, suivant sa tendance habituelle, un nom générique ou spécifique. Les ailes postérieures des Blattides ont été rarement conservées. L'auteur mentionne celles de trois formes appartenant aux genres *Etoblattina* et *Blattina latinervis* en Europe, et cinq empreintes référables aux *Promylacris*, *Paromylacris*, *Archimylacris*, *Oryctoblattina* et *Etoblattina* en Amérique. Lorsque l'étude des ailes postérieures sera mieux connue, on trouvera probablement des signes morphologiques distincts pour la division de cette famille en *Mylacridæ* et *Blattinariæ*.

Comme le dit M. Scudder, la paléo-orthoptérologie ne peut nous donner des éclaircissements nouveaux que si M. Ch. Brongniart publie les riches matériaux du gisement de Commentry qui sont en sa possession. Les lignes où l'auteur s'occupe de la mimique qui a pu exister chez les Blattides paléozoïques sont extrêmement intéressantes au point de vue de la philosophie paléoentomologique. Les deux vignettes de *Gerablattina permanenta* et de *Neuropteris odontopteroides* indiquent d'abord que nous devons comparer très prudemment les restes d'Articulés fossiles et nous font facilement comprendre comment M. Ch. Brongniart a ensuite désigné sous le nom de *Paleoblattina Douvillei* une pétrification que M. Scudder considère comme étant celle d'un Neuroptère. Dans les terrains primaires d'Europe on trouve les genres *Etoblattina*, *Gerablattina*, *Anthracoblattina*, *Hermatoblattina*, *Progonoblattina*, *Oryctoblattina*, *Petrablattina* et *Leptoblattina*. L'auteur donne la figure de l'aile d'un *Etoblattina*, en indiquant les différents noms qui ont été assignés aux nervures. Puis, avant de donner la description d'une quantité de nouvelles espèces, il signale les genres qui ont été rencontrés dans les couches primaires de l'Amérique du Nord. Ceux-ci appartiennent aux formes suivantes : *Mylacris*, *Promylacris*, *Lithomylacris*, *Paromylacris*, *Necimylacris*, *Microblattina*, *Archimylacris*, *Spiloblattina*, *Etoblattina*, *Gerablattina*, *Anthracoblattina*, *Hermatoblattina*, *Progonoblattina*, *Oryctoblattina*, *Poroblattina*, *Petroblattina*, *Neorthroblattina*, *Scutinoblattina*, *Zetobora*, *Homeogamia* et *Paralindia*.

Sans critiquer, à cause de documents insuffisants, cette profusion de nouveaux noms génériques de Blattides, on ne peut, cependant, pas s'empêcher de signaler que plusieurs des coupes établies par ce savant paléontologiste sont souvent peu tranchées, et semblent être soumises à des fluctuations de variabilité aussi grandes que chez les individus. Ces caractères sont, d'ailleurs, extraits seulement de la disposition des nervures sur le champ de l'aile.

Le travail de M. Scudder est une admirable contribution à l'étude des Orthoptères paléozoïques; mais il présente encore de nombreux desiderata, en ce qui concerne le domaine de la philosophie paléoentomologique et de l'évolution générale des Arthropodes. Nous espérons que M. Scudder publiera prochainement une notice où il résumera, dans quelques réflexions synthétiques, tout ce qu'il sait concernant la phylogénie et le développement organique des Blattides et des autres Insectes aux différentes périodes géologiques.

Les nombreux dessins d'ailes des planches 1 à 12 sont malheureusement reproduits par la lithographie et nécessairement schématisés.

En résumé, le travail de M. Scudder a une grande valeur scientifique, et il mérite d'être longuement médité par les paléontologistes les plus instruits de l'Ancien et du Nouveau Monde. Pr Fernand Meunier.

4e Sciences médicales.

Lermoyez (Marcel), *Médecin des Hôpitaux de Paris.* — **Thérapeutique des maladies des Fosses nasales, des Sinus de la face et du Pharynx nasal.** — *2 vol. in-12 de 396 pages et 80 fig. et de 420 p. et 66 fig.* (*Prix : 4 fr. le volume.*) *O. Doin, éditeur. Paris,* 1896.

Il serait puéril de nier l'importance qu'a prise, depuis une vingtaine d'années, l'étude des maladies du nez et du larynx. On n'a, pour s'en convaincre, qu'à parcourir la liste des travaux publiés dans les recueils spéciaux des différentes parties du monde (il en existe au moins une dizaine en France) et qu'à voir le nombre croissant de jeunes médecins qui s'adonnent à cette spécialité. Ce n'est pas que l'enseignement en ait été jusqu'ici favorisé par l'*Alma mater*, la Faculté de Médecine. Alors qu'à l'Etranger cette branche de la médecine était enseignée *ex cathedrâ* au même titre que les autres, par un professeur égal de ses collègues, chez nous on ne s'en préoccupait pas le moins du monde. Insouciance, dédain de ce qui paraissait un accessoire de la médecine, insuffisance de budget, je cherche la raison valable de cet ostracisme. Il y a deux ans, la Faculté de Bordeaux bravait cette impopularité en appelant, comme chargé de cours, un de nos plus distingués collègues de province, à un enseignement officiel. Cédant enfin aux pressantes sollicitations du doyen de la Faculté de Paris, le Conseil universitaire vient de décider cette année l'ouverture d'un cours spécial, sans oser cependant créer une chaire nouvelle. Et pourtant, n'y aurait-il pas intérêt à mettre l'enseignement des maladies du nez, des oreilles, sur le même pied que celui des maladies des voies urinaires, des yeux, des maladies de la peau ? Ne meurt-on pas par l'oreille, le nez aussi bien que par le cœur, le poumon, le rein, la vessie? N'en meurt-on pas même souvent, plus insidieusement et sous le couvert de méningite, d'encéphalite, alors qu'une intervention judicieuse eût pu modifier, en quelques minutes, une situation en apparence irrémédiable?

Ce que n'a pas fait l'enseignement officiel, l'initiative privée s'en est chargé, et, depuis longtemps, les nombreuses cliniques de Paris et de la province sont devenues autant de petits centres d'enseignement d'où sortent des élèves instruits, qui, s'ils ne se destinent pas tous à devenir spécialistes, seront à même de bien juger les indications de tel ou tel cas, et d'appliquer un traitement efficace au moment opportun.

Le livre du Dr Lermoyez est le reflet de cet enseignement particulier. Œuvre très personnelle et sortant du cadre banal des manuels ordinaires, le Traité de Thérapeutique que je présente au lecteur mérite de tous points une mention spéciale. Il ne s'agit point là d'une compilation où l'on trouvera l'exposé de toutes les méthodes de traitement, une sorte de revue générale des procédés de tel ou tel praticien. Notre confrère a cherché à mettre en relief les indications précises applicables à tel ou tel cas et, entrant dans la minutie des détails, à éliminer, en quelque sorte, les difficultés techniques et à établir des règles précises. Convaincu que la précision et la délicatesse, dans les petites et grandes opérations, sont, en y joignant, cela va sans dire, les précautions minutieuses de l'antisepsie, la raison du succès, ou tout au moins de l'innocuité, M. Lermoyez s'est attaché à décrire, pour chaque variété de lésions, le procédé le meilleur comme intervention; puis il le détaille, il ne passe aucun temps sans insister sur les minuties du *modus faciendi* : c'est un véritable enseignement et l'ouvrage devient ainsi un guide parfait pour qui veut le suivre aveuglément.

L'ouvrage est précédé de considérations générales sur l'anesthésie, l'électrothérapie, les méthodes générales d'examen, qui résument, de la façon la plus claire et la plus instructive, les notions utiles au praticien. Les maladies spéciales du nez, du sinus et du pharynx sont l'objet d'études détaillées pour chaque lésion. Nous n'entrerons pas dans l'examen de ces chapitres; qu'il nous suffise de dire que c'est, à notre avis, de tous les livres publiés sur ce sujet, le meilleur et le plus pratique.

Dr A. Cartaz.

Chaput (Dr H.), *Chirurgien des Hôpitaux, membre de la Société de Chirurgie.* — **Thérapeutique chirurgicale des affections de l'intestin, du rectum et du péritoine.** — *1 vol. in-8° jésus de 244 pages avec 51 fig. dans le texte.* (*Prix : 4 francs.*) *O. Doin, éditeur. Paris,* 1896.

Ce volume fait partie de la *Bibliothèque de Thérapeutique médico-chirurgicale* inaugurée sous la direction de MM. Dujardin-Beaumetz et Terrillon. C'est un ouvrage de vulgarisation, dont le but est de résoudre, en un petit nombre de pages, toutes les questions relatives au traitement chirurgical des maladies de l'intestin, du rectum et du péritoine. L'auteur, qui s'est fait une spécialité du sujet, était particulièrement à l'aise pour le traiter, ayant à décrire, à propos des sutures intestinales, des boutons anastomotiques ou du traitement du cancer du rectum, des procédés qui lui sont propres ou des instruments dont il est l'inventeur.

Il est à regretter que M. Chaput ne s'en soit pas tenu à cette partie de son programme. On n'aurait, en effet, qu'à louer la clarté de ses descriptions, la netteté de ses schémas, l'ingéniosité de son manuel opératoire. Mais il a cru devoir donner une importance peut-être exagérée aux arguments et aux commentaires statistiques destinés à défendre quelques-unes de ses idées — qu'il semble du reste avoir quelque peu modifiées depuis, notamment à propos du bouton de Murphy et du traitement des néoplasies rectales ; — et, ainsi, il semble avoir fait plutôt œuvre de polémique qu'œuvre d'enseignement. Cela jette quelque trouble dans l'esprit du lecteur qui, dans les livres de cet ordre, cherche le précepte et redoute la discussion.

L'ouvrage de M. Chaput n'en reste pas moins d'une lecture facile et intéressante, et sera consulté avec profit par tous ceux qui s'occupent de chirurgie intestinale.

Dr Gabriel Maurange.

5e Sciences diverses.

Schirmer (Henri), *Professeur de Géographie à la Faculté des Lettres de Lyon.* — **Pourquoi Flatters et ses compagnons sont morts.** — *Une brochure de 35 pages in-8°.* (*Prix : 1 fr.*) *Challamel, éditeur, 7, rue Jacob. Paris,* 1896.

La première mission Flatters, celle de 1880, et dont le point extrême a été le lac Menkhough, a échoué parce qu'on avait des notions erronées sur la géographie politique du Sahara. On croyait à l'autorité de l'émir Ikhenouken sur toute la tribu des Azdjer. L'autorité de ce vieillard était, en réalité, illusoire. Les bandes indépendantes des Imanghasaten, après avoir reçu les largesses de Flatters, l'ont obligé par leur attitude hostile à revenir en arrière. Pour leur en imposer, il aurait fallu que la mission fût accompagnée de 150 à 200 soldats français et tirailleurs algériens, au lieu de n'avoir pour toute escorte que des Chaamba de fidélité très douteuse.

Malgré cette expérience, la seconde mission ne fut pas mieux pourvue que la première ; on sait qu'elle a abouti au désastre de Bir el Gharama. Il n'y a donc que deux moyens de pénétrer dans le Sahara : ou bien y aller seul, en s'assurant le patronage d'un ou plusieurs chefs influents ; ou bien constituer une petite colonne d'hommes disciplinés capable de « passer outre aux manœuvres dilatoires qu'emploient si volontiers les diplomates du désert ».

Telles sont les conclusions auxquelles M. Henri Schirmer a abouti après une minutieuse étude critique de tous les documents relatifs aux deux missions Flatters.

Henri Dehérain.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Juillet 1896.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la mort de M. **A.-F. Kékulé von Stradonitz**, Correspondant pour la Section de Chimie. — M. **Berthelot** ajoute quelques mots sur les travaux de M. Kékulé.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** donne les lois de deuxième approximation du régime uniforme dans les tuyaux circulaires et dans les canaux demi-circulaires. — M. **Bassot** fait un rapport sur un mémoire de M. **Jaderin** concernant une nouvelle méthode de mesure de base. Cette méthode repose sur l'emploi de deux fils minces, longs de 25 m., dont l'un est en acier et l'autre en bronze phosphoré. La base est sectionnée en portées de 25 mètres, les extrémités de chaque section étant marquées par des lignes de foi tracées sur des trépieds; deux porteurs prennent successivement chacun des fils, les tiennent librement suspendus dans l'air en les raidissant au moyen de dynamomètres-ressorts et les présentent tangentiellement au-dessus des lignes de foi. Les fils étant gradués à leurs extrémités, deux observateurs lisent à chaque bout les appoints correspondant aux lignes de foi. Cette simple opération suffit à la mesure d'une portée. — Le **P. de Séguier** présente une note sur les sommes de Gauss. — M. **A. Lœwy** étudie les formes quadratiques définies à indéterminées conjuguées de M. Hermite, et montre, en particulier, qu'à tout groupe linéaire d'ordre fini à n variables, il correspond une forme quadratique définie à indéterminées conjuguées, qui est transformée en elle-même quand on effectue les substitutions du groupe d'ordre fini sur les variables.

2° Sciences physiques. — M. **F.-A. Forel** précise les conditions d'apparition des réfractions et des mirages qu'on observe sur le lac Léman; ces phénomènes dépendent de la température relative de l'eau et de l'air en contact avec cette eau. — M. **L. Benoist** a modifié l'électroscope à feuilles d'or, en le garnissant de *trois* feuilles au lieu de deux; la sensibilité est notablement augmentée, et, en outre, la feuille du milieu sert de repère pour la mesure des angles. — M. **H. Moissan**, en chauffant au four électrique un mélange d'oxyde de lanthane et de charbon, a obtenu avec facilité un carbure transparent et cristallisé de formule C^2La. Ce carbure est décomposable par l'eau à la température ordinaire en fournissant un mélange d'éthylène, de méthane (moins que le carbure de cérium), avec des traces d'acétylène et un peu de carbures liquides et solides. — Par l'étude des courbes de fusibilité des alliages métalliques, M. **H. Gautier** a reconnu que certains métaux non isomorphes donnent, comme c'est le cas pour certains sels, une combinaison isomorphe avec l'un d'eux; il en est probablement ainsi pour les alliages zinc-argent et cadmium-argent. — M. **R. Varet** montre que les sels oxygénés de mercure suivent rigoureusement la loi des modules thermochimiques. L'azotate mercurique est à l'état de sel neutre au sein de ses dissolutions azotiques. Le sulfate mercurique, dissous dans un excès d'acide sulfurique, est à l'état de sel acide absolument comparable aux sels de potassium et de sodium correspondants. — M. **A. Granger** a étudié l'action des combinaisons halogénées du phosphore sur le fer, le nickel et le cobalt; il a obtenu un phosphure de fer Fe^4P^3 et des sous-phosphures de nickel et de cobalt Ni^2P et Co^2P. — M. **Paul Chrétien** a remarqué que l'acide iodique se combine facilement à d'autres acides; il a obtenu : un acide molybdo-iodique $I^2O^5, 2MoO^3, 2H^2O$; des molybdo-iodates de sodium, de potassium, d'ammonium, de baryum, de formule générale $I^2O^5, 2MoO^3, M^2O, nH^2O$; des métatungstoiodates, de formule générale :

$$I^2O^5(4TuO^3)^m, M^2O, nH^2O;$$

un acide phospho-iodique $P^2O^5, 18I^2O^5, 4H^2O$. — Par l'action de l'ammoniaque sur les paratungstates alcalins, M. **L.-A. Hallopeau** a obtenu les sels doubles suivants :

$$12TuO^3, 3[(AzH^4)^2O + (K^2O)] + 11H^2O$$
$$12TuO^3, 4(AzH^4)^2O, Na^2O + 14H^2O$$
$$12TuO^3, 3(AzH^4)^2O, 2Na^2O + 15H^2O$$
$$16TuO^3, 3(AzH^4)^2O, 3Na^2O + 22H^2O.$$

On voit que les paratungstates de potasse et de soude donnent naissance à des composés différents. — M. **L. Brizard**, en réduisant par le formol ou le chlorure stanneux l'osmiamate de potassium $Os.AzO.O.OK$, a obtenu un corps brun marron finement cristallisé, le chlorosmiate amidé de potassium, $Os.AzH^2.Cl^3, 2KCl$, dont il décrit les propriétés. — Poursuivant ses recherches sur la fermentation de l'acide urique, M. **E. Gérard** est arrivé à séparer les microorganismes qui la produisent; les uns transforment uniquement l'acide urique en urée, les autres l'urée en carbonate d'ammoniaque. — M. **J. Bougault** a fait réagir le chlorure de soufre sur la pentaérythrite; il se produit à la fois un éther dichlorhydrique et un éther disulfureux neutre, probablement suivant la réaction :

$$C^5H^8(OH)^4 + 4S^2Cl^2 = 6S + 6HCl + C^5H^8(OH)^2Cl^2 + C^5H^8(SO^3)^2.$$

— M. **A. Ponsot** présente quelques remarques sur la détermination du point de congélation exact des solutions aqueuses étendues. — M. **M. Nicloux** adresse une note intitulée : Dosage direct de l'alcool éthylique dans des solutions où il est dilué dans des proportions comprises entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{3.000}$.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** démontre, d'après les échanges respiratoires, tout aussi bien que d'après la valeur de l'échauffement musculaire, que la dépense énergétique des muscles s'accroît, pour un même travail mécanique accompli, avec le degré de raccourcissement qu'affectent ces organes lorsqu'ils entrent en travail. — M. **A. de Holowinski** est parvenu à photographier les bruits du cœur, au moyen d'un appareil comprenant : 1° un microphone perfectionné, appliqué sur la surface du cœur; 2° un téléphone optique, excité par le microphone et produisant les anneaux colorés de Newton; 3° un système optique pour éclairer les anneaux et en réfléchir l'image sur une étroite fente; 4° un tambour entouré de papier sensible, tournant derrière cette fente. — M. **N. Gréhant** a introduit de l'alcool dans le sang par injection directe dans les veines ou par respiration pulmonaire de vapeurs alcooliques; il a ensuite dosé d'heure en heure la quantité d'alcool contenue dans le sang jusqu'à disparition complète. — MM. **L. Camus** et **E. Gley** ont constaté que la coagulation du sperme, qui se produit immédiatement après l'éjaculation chez les Rongeurs, est due à l'action du liquide prostatique; ce liquide ne coagule ni le sang ni le lait. — M. **B. Danilewsky** a constaté que l'injection de la lécithine en petites quantités dans l'organisme des animaux à sang chaud, donne une sensible augmentation de poids pendant la période de croissance. — M. **Causard** a étudié le développement de l'apodème dorsal et la grandeur de la dépression qui lui correspond chez les

diverses familles d'Aranéides. — M. **F. Lataste** a constaté que la maladie tuberculeuse de la vigne est très contagieuse; l'agent de la contagion est principalement l'insecte *Dactylopius;* le seul moyen prophylactique est la destruction radicale des ceps contaminés. — M. **Crôtte** adresse un mémoire relatif à une méthode de traitement de la tuberculose.

Séance du 27 Juillet 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Lallemand** établit une formule qui donne la valeur approchée de l'erreur de réfraction, due aux températures différentes des diverses couches de l'air, dans le cas du nivellement géométrique. — M. **G. Charpy** a étudié la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts. Il conclut : 1° que les déformations, observables à la surface d'une éprouvette soumise à une déformation permanente, sont localisées d'après la nature et la répartition des constituants que met en évidence l'étude micrographique du métal; 2° que l'attaque chimique des métaux agit avant comme après la déformation, en mettant en évidence des constituants inégalement attaquables et déformables.

2° Sciences physiques. — M. **J. Laborde** a recherché la densité et la chaleur spécifique moyenne entre 0° et 100° des alliages de fer et d'antimoine. Les densités sont égales ou supérieures à celle du fer; il y a donc une contraction considérable pendant la formation de l'alliage. Les nombres trouvés pour les chaleurs spécifiques sont tous plus grands que ceux calculés par la règle des mélanges. — MM. **G. Maneuvrier** et **J. Fournier** ont cherché à obtenir une valeur plus exacte du rapport $\frac{C}{c}$ pour les gaz; cette quantité est donnée par la valeur limite du rapport $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$ (rapport des variations de pression adiabatique et isotherme) quand la variation de volume Δv tend vers zéro. Si l'on porte en abscisses les valeurs décroissantes de Δv et en ordonnées les valeurs correspondantes de $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$, on obtient une courbe dont l'intersection avec l'axe des ordonnées donne rigoureusement, par son ordonnée, la quantité cherchée. — M. **Smoluchowski de Smolan** a vérifié expérimentalement la loi de Clausius, d'après laquelle le pouvoir d'émission d'un corps rayonnant est proportionnel au carré de l'indice de réfraction du milieu environnant. — MM. **Remy** et **Contremoulins** présentent de belles épreuves d'endographie crânienne, obtenues au moyen des rayons de Röntgen. — M. **E. Hardy** décrit une méthode destinée à faire connaître exactement la direction apparente d'un signal sonore, en se servant comme auxiliaires, soit de la vitesse du son, soit des interférences des ondes sonores. — M. **A. Baudoin** adresse un mémoire relatif à la nature de l'électricité. — M. **H. Moissan** a fait de nouvelles expériences sur la préparation du diamant; les unes consistent à faire tomber goutte à goutte de la fonte en fusion dans un bain de mercure où elle se solidifie immédiatement; les autres à couler la fonte dans un trou pratiqué dans un bloc métallique; d'autres encore sont faites au moyen de la gaine de feu. L'auteur a obtenu chaque fois des diamants blancs de grosseurs variables, qui, brûlés, ont donné la quantité théorique d'acide carbonique. — M. **H. Moissan** a réduit un diamant noir en poudre très fine et l'a chauffé dans un courant d'oxygène à une température inférieure de 200° à la température de combustion du diamant. Il se dégage un peu d'acide carbonique et, après refroidissement, la matière restante est constituée par du diamant parfaitement blanc. — MM. **W. Ramsay** et **J. Norman Collie** ont soumis l'argon et l'hélium à la diffusion dans le vide pour voir s'ils étaient homogènes. Pour l'argon, il semble que la question doit être tranchée par l'affirmative. Pour l'hélium, on a obtenu deux parties de densités différentes et de réfractions également différentes, mais proportionnelles; toutefois, ces deux parties ont absolument le même spectre. Il ne semble donc pas qu'on ait affaire à deux gaz distincts; peut-être y a-t-il eu séparation des molécules légères et des molécules lourdes d'un même gaz. — En chauffant le chlorure d'acétyle avec l'isonitrocamphre, MM. **A. Haller** et **J. Minguin** ont obtenu le mononitrile camphorique et son anhydride, dont ils décrivent les propriétés. — M. **Th. Schlœsing fils**, ayant analysé un grand nombre d'échantillons de grisou, y a trouvé constamment de l'azote, souvent en très fortes proportions. On admet généralement que cet azote provient des principes azotés des matières végétales qui ont donné la houille; l'auteur pense, au contraire, que cet azote provient d'air enfoui avec la houille; il renferme, en effet, la même proportion d'argon que l'azote de l'air atmosphérique. — M. **R. Metzner** a préparé l'acide sélénique dissous, en oxydant l'acide sélénieux par la quantité correspondante d'acide permanganique retiré du permanganate de baryte. La réaction est la suivante :

$$Mn^2O^7 + 4SeO^2 = 4SeO^3 + Mn^2O^3.$$

— M. **E. Dufau** a chauffé au four électrique un mélange de sesquioxyde de cobalt et de magnésie; ce mélange fixe de l'oxygène et se transforme entièrement en cobaltite de magnésium cristallisé, de formule $MgCoO^3$. — M. **Paul Rivals** étudie les chaleurs de dissolution de l'acide trichloracétique. — En faisant réagir la poudre de zinc et l'alcool sur la tétrabromhydrine de la pentaérythrite $[C(CH^2.Br)^4]$, M. **G. Gustavson** a obtenu le vinyltriméthylène :

$$\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>\!CH-CH=CH^2$$

dont il donne les propriétés; son iodure traité par la potasse redonne un hydrocarbure C^5H^8, qui est son isomère : l'éthylidène-triméthylène :

$$\begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>\!C=CH-CH^3.$$

— M. **M. Delacre** apporte de nouvelles preuves en faveur de la formule symétrique de la pinacoline. — M. **J. Minguin** donne les propriétés cristallographiques de quelques alcoylcamphres de la série aromatique. — M. **E. Charon** explique les réactions qui se passent dans la réduction de l'aldéhyde crotonique par le couple zinc-cuivre. — M. **J. Hamonet** a étudié l'électrolyse des acides gras monobasiques et a reconnu que le phénomène ne se passe pas toujours comme Kolbe l'avait formulé. Souvent il ne se forme pas ou presque pas d'hydrocarbure saturé, et l'hydrocarbure non saturé tient alors le premier rang; enfin, il se forme toujours de l'alcool à n carbones quand l'acide en contient $n + 1$. — M. **Paul Sabatier** étudie divers modes de formation de l'acide nitrososulfurique bleu et de ses sels : 1° par réduction de la liqueur nitrososulfurique; 2° par action de l'acide sulfureux sur la liqueur nitrososulfurique; 3° par action de l'oxyde azotique sur un sulfate métallique en solution sulfurique.

3° Sciences naturelles. — M. **Milne-Edwards** donne quelques renseignements sur les dégâts causés au Muséum d'Histoire naturelle par la trombe du 26 juillet. — M. **Ad. Chatin** décrit un *Terfâs* d'Espagne et trois nouveaux *Terfâs* du Maroc. — M. **A. Lécaillon** présente de nouvelles observations sur la scatoconque ovulaire (ou enveloppe excrémentitielle des œufs) du *Clythra quadripunctata.* — M. **Em. Bourquelot** a soumis une solution d'aniline à l'action du ferment oxydant des champignons; en milieu alcalin, l'oxydation est presque nulle; en milieu acide (acide acétique), elle est assez prononcée; elle est même très prononcée pour l'ortho- et la paratoluidine qui se

colorent en violet et en rouge. On voit que le milieu a une grande influence sur les oxydations par les ferments. — M. **Henri Pottevin** obtient, avec des fibres de cellulose finement pulvérisées et tamisées, mises en suspension dans l'eau, une pâte qui, abandonnée à la dessiccation lente, donne des plaques capables, sous une épaisseur de quelques millimètres, de remplacer la porcelaine pour la construction des filtres; ces filtres de cellulose ont donné de bons résultats. — M. **E. Bataillon** présente ses recherches sur la courbe respiratoire de l'œuf de Poisson et la mécanique de l'extension du blastoderme. — M. **E. Hédon** a constaté la présence, dans le nerf laryngé supérieur, de fibres vaso-dilatatrices et sécrétoires pour la muqueuse du larynx. — MM. **E.-G. Balbiani** et **F. Henneguy** établissent que la division cellulaire directe ou amitose n'est pas toujours un phénomène de dégénérescence, mais qu'elle exerce souvent une action régénérative, à la suite de laquelle les cellules peuvent continuer à se multiplier. — M. **Bordas** étudie l'armature masticatrice du gésier chez les *Blattidæ* et les *Gryllidæ*. — M. **L. Cayeux** étudie la constitution des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie; au microscope, ils se trouvent formés essentiellement de carapaces de Diatomées avec de nombreux restes de Bacillariées.

Séance du 3 Août 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Fuchs** fait remarquer que le théorème, donné par M. A. Lœwy dans sa note : *Sur les formes quadratiques de M. Hermitte*, n'est qu'un cas particulier des résultats d'un de ses mémoires : *Sur une classe d'équations différentielles linéaires et homogènes*. — M. **E. von Weber** donne une méthode d'intégration des équations aux dérivées partielles simultanées en ramenant le problème proposé à l'intégration de plusieurs systèmes d'équations différentielles ordinaires. — M. **A. Thybaut** démontre l'existence d'une nouvelle classe de fonctions isothermiques dépendant de deux fonctions arbitraires. — M. **C. Lallemand** discute la formule qu'il a donnée pour les erreurs de réfraction dans les nivellements de précision et présente, à ce sujet, un curieux abaque hexagonal, sorte de table graphique à six entrées, permettant de connaître, immédiatement et sans calcul, cette erreur dans un cas donné.

2° Sciences physiques. — M. **J. Beaulard** a fait passer les rayons X à travers un prisme du métal potassium et n'a constaté aucune déviation appréciable. — M. **J. Dussy** a déterminé, par une ingénieuse méthode, la chaleur spécifique du soufre à l'état de viscosité; il a trouvé des valeurs variant de 0,279 à 0,324 entre 160° et 264°, valeurs supérieures à la chaleur spécifique à l'état liquide. — M. **H. Moissan** a constaté la présence, dans les sables diamantifères du Cap et du Brésil, de diamants microscopiques, noirs ou transparents; dans les deux cas, ils sont accompagnés de graphite. — M. **Th. Schlœsing fils** a analysé le gaz des mines de Rochebelle; il est composé presque exclusivement d'acide carbonique avec un peu de méthane et d'azote; cet azote renferme de l'argon, mais en proportions variables, différentes de celle qui existe dans l'air. — M. **E. Defacqz** signale de nouveaux caractères analytiques des combinaisons du tungstène. Ces combinaisons, transformées en acide tungstique, sont traitées par le bisulfate de potasse, puis l'acide sulfurique; une goutte de la solution sulfurique donne avec un grand nombre de corps organiques (en particulier le phénol et l'hydroquinone) des colorations intenses et caractéristiques. — M. **Eyvind Boedtker** a constaté que, si on chauffe avec du chlorure d'aluminium du benzène contenant du thiophène, il se dégage constamment de l'hydrogène sulfuré provenant de la destruction du thiophène; on pourrait de cette façon purifier le benzène; toutefois les produits de la réaction contiennent encore un peu de soufre, indiquant probablement la formation d'un thiophène condensé. — M. **L. Henry** fait connaître de nouveaux composés triméthyléniques mixtes, obtenus par l'action de sels métalliques sur le chlorobromure de triméthylène. — M. **Ch. Gassmann** donne une méthode de dosage rapide des composants d'un mélange des amines primaire, secondaire et tertiaire ayant le même radical aliphatique. — MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy** étudient les conditions de l'oxydation de la matière organique du sol. L'oxydation est assez active entre 40 et 60° pour faire concevoir que, dans les régions chaudes, les terres labourées et laissées sans engrais deviennent stériles par disparition de l'humus qu'y avait accumulé la végétation spontanée. Dans nos régions tempérées, cette disparition est plus lente, mais cependant appréciable. Lorsque la terre est bien fumée, l'oxydation se ralentit, et il est nécessaire de bien l'ameublir pour y faire pénétrer l'oxygène qui amène l'humus à une forme telle que la nitrification de son azote puisse se produire. — M. **Em. Bourquelot** a fait agir le ferment oxydant des Champignons sur plusieurs composés organiques; l'oxydation a lieu surtout en milieu acide et se traduit par colorations intenses. — M. **Balland** étudie les différents fleurages dont on se sert en boulangerie pour saupoudrer les pâtes et en donne l'analyse chimique. — M. **E. Fleurent** a étudié la composition immédiate du gluten des céréales; il en a retiré trois produits distincts : le gluten-caséine ou *gluténine*, pulvérulent; le gluten-fibrine ou *gliadine*, analogue à la colle forte; la *conglutine*, en très petite quantité. La présence de la gluténine et de la gliadine est nécessaire pour constituer le gluten; dans les farines des céréales dont le gluten est inextractible, il n'y a presque pas de gliadine.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Giard** et **M. Caullery** étudient l'hivernage de la *Clavelina lepadiformis* Müller et concluent que la reconstitution des cormus de *Clavelina*, après l'hiver, s'accomplit par un bourgeonnement homologue du bourgeonnement normal. — M. **Ch. Cornevin** s'est livré à une enquête minutieuse sur la nature des Chabins, considérés par quelques zoologistes comme résultant de l'accouplement des espèces ovines et caprines. De ses recherches anatomiques sur le mouton, la chèvre et le chabin, comme de ses essais d'accouplement entre mouton et chèvre, qui n'ont donné lieu à aucun produit, l'auteur conclut que l'origine hybride des Chabins est sans fondement; ces animaux ne sont autre chose qu'une race de Moutons. — M. **A. Milne-Edwards** confirme les observations de M. Cornevin; toutefois, en 1895, un Moutlon à manchettes du Nord de l'Afrique féconda une chèvre au Muséum, mais la mère avorta au troisième mois de la gestation. — M. **A. Sabatier** présente son mémoire : Sur la spermatogenèse chez les Poissons sélaciens. — M. **A. Chauveau** montre que la dépense nécessaire au soutien d'une charge, presque nulle avec les contractions qui raccourcissent à peine les organes musculaires, s'accroît graduellement à mesure que le raccourcissement se prononce davantage. D'où il résulte que le rendement mécanique de l'énergie consommée dans le cours d'une contraction dynamique qui soulève une charge diminue sans cesse jusqu'à la fin du raccourcissement musculaire. D'autre part, le travail négatif constitué par l'allongement du muscle sous l'influence de la surcharge, ou la chaleur que ce travail négatif ajoute au muscle, représente la valeur de la force de tension qui a été transformée en force vive, c'est-à-dire de l'énergie primitivement consacrée à la création de l'élasticité de contraction. — MM. **F.-J. Bosc** et **V. Vedel** ont traité des infections expérimentales colibacillaires par les injections intraveineuses massives de la solution salée simple (Na Cl à 7 °/₀₀) et ont obtenu la guérison lorsque l'infection n'était pas trop grave. — M. **Gosselet** décrit les conditions dans lesquelles s'est produit le dépôt de phosphate de chaux de la Picardie. — M. **A. Coret** signale une modification apportée par lui, dès 1866, à un marégraphe installé à l'embouchure du Guadalquivir.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Août 1896.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. E. **Nicaise**. — M. S. **Pozzi** donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques du défunt. — MM. **Nocard** et R. **Blanchard** font un rapport sur un mémoire du Dr P. **Ducor**, relatif à un cas d'actimycose de la mâchoire, datant de huit ans; la guérison a été obtenue par la médication iodurée et le badigeonnage ou l'injection de la tumeur par la teinture d'iode. — MM. **Cornil** et **Chaput** communiquent leurs observations sur les phénomènes histologiques qui se produisent dans l'accolement de deux surfaces séreuses d'anses intestinales qu'on maintient en contact l'une avec l'autre par des ligatures.

Séance du 11 Août 1896.

M. **Berger** fait un rapport sur un mémoire de M. **Kirmisson** relatif à un cas de *spina-bifida* (myélocystocèle), renfermant vers son pédicule un prolongement de la moelle et une expansion épendymaire allant aboutir à un kyste situé au centre de la tumeur. La tumeur fut extirpée et l'enfant guérit parfaitement. Le succès obtenu montre que la moelle peut être intéressée au cours de l'opération sans que des accidents graves, ni même des troubles fonctionnels marqués en soient la conséquence. — M. H. **Monod** communique, de la part du Dr **Yersin**, l'historique du premier cas de peste traité et guéri par l'emploi du sérum antipesteux, à Canton. — M. A. **Riche** rend compte des travaux de la Section de Chimie médicale et pharmaceutique au deuxième Congrès international de Chimie appliquée. — M. le Dr **Maurel** (de Toulouse) lit un travail sur les diverses leucocytoses post-phlébotomiques et post-révulsives.

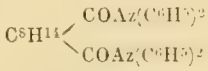
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY.

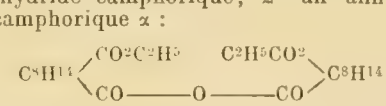
Séance du 22 Juillet 1896.

L'existence de deux séries d'acides camphoramiques, camphoraniliques, d'éthers camphoriques acides différents, fait supposer qu'il peut exister deux campholides isomères, une α ou *ortho*, et une β ou *allo* :

L'α, fondant à 210-212°, a été décrite par M. **Haller**. Une première détermination faite avec une solution étendue de cette campholide n'ayant donné qu'une déviation très faible, l'auteur a conclu qu'elle était inactive. Elle est en réalité active en solution concentrée et possède le pouvoir rotatoire $\alpha^D = + 5°61$ (moyenne de deux déterminations). On connaît une seconde campholide, fondant à 176-177°, de M. Martin Onslow Forster, que l'auteur a obtenue en partant du bibromocamphre α. Le mode de formation de ce corps et la formule qui lui est attribuée n'autorisent pas, pour le moment, à le considérer comme l'isomère que M. Haller cherche à préparer. Sa transformation en acides β cyanocampholique, homocamphorique et en camphre permettrait seule de le considérer comme l'isomère β de la campholide connue. — M. **Haller** a entrepris de réduire le chlorure de camphoryle, bien que pareille tentative ait déjà été faite sans succès par M. Marsch, dans le but de s'assurer s'il se forme de la campholide α ou de son isomère β. La réduction a été opérée en ajoutant du sodium en fil à une solution éthérée de chlorure, rendue de temps à autre humide par l'addition de quelques gouttes d'eau. On n'a obtenu dans ces conditions que de l'anhydride camphorique et isocamphorique. Il en est ainsi quand on opère sur un chlorure de camphoryle exempt de produit chloré de substitution. Le chlorure qu'on obtient par les procédés connus renferme toujours du chlorure de camphoryle chloré, comme l'ont montré M. Friedel et M. Marsh. Aussi la réduction d'un pareil produit donne-t-elle, alors, de l'anhydride camphorique fondant à 332°, décrit par M. Ossian Aschon et tout récemment par MM. Marsh et Gardner, et des acides camphanique, camphorique et isocamphorique, ces derniers sous la forme de sels de sodium. Pour obtenir un chlorure de camphoryle exempt de dérivé chloré de substitution, il convient de faire agir de l'acide camphorique sec sur le perchlorure de phosphore baigné dans du sulfure de carbone, de chauffer le mélange au bain-marie, de distiller le produit pour éliminer le sulfure qui entraîne l'oxychlorure de phosphore, de séparer par essorage l'anhydride formé, de le remplacer par une quantité équivalente d'acide et de recommencer le traitement du sulfure de carbone. Après évaporation de ce dernier qui entraîne l'oxychlorure, et séparation de l'anhydride camphorique, on rectifie dans le vide. On obtient ainsi un chlorure de camphoryle ne renfermant plus que des traces de chlorure de chlorocamphoryle. — M. **Haller** décrit encore : 1° la tétraphénylcamphoramide fondant à 252° :



qu'il a obtenue en faisant agir le chlorure de camphoryle sur la diphénylamine, et qu'il avait vainement essayé de préparer par l'action de la tétraphénylurée sur l'anhydride camphorique; 2° un anhydride de l'éther camphorique α :



obtenu, comme son homologue inférieur, en traitant du camphorate acide d'éthyle par l'isocyanate de phényle. Cet anhydride fond à 99-100°.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Récentes communications.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. H. Schoute** fait voir que le système de formules trouvé, il y a deux cents ans, par Côtes, pour l'aire de la parabole d'ordre supérieur n (voir J. Bertrand, *Calcul intégral*, p. 333, 1870) se simplifie par la remarque que la formule obtenue pour $n = 2m$ est encore de rigueur pour $n = 2m + 1$ (voir *Comptes rendus*, 1896, 18 mai et 15 juin).

2° Sciences physiques. — M. **A.-P.-N. Franchimont** communique des recherches faites avec M. **van Erp** concernant des *isomères* des *nitramines neutres*. Ces corps se forment non seulement dans l'action des dérivés argentiques des nitramines acides avec les iodures d'alkyles, ainsi que M. van Erp l'a trouvé en 1893, mais aussi avec les dérivés potassiques, quoique comme produits accessoires. Leur point d'ébullition ainsi que leur poids spécifique est situé beaucoup plus bas que ceux des nitramines. Ils réagissent violemment avec l'acide sulfurique, en dégageant des gaz, ce que ne font pas les nitramines neutres. L'action d'une lessive potassique à 100° C. a donné aussi des résultats tout différents. Car tandis que la butylméthylnitramine avait donné la butylamine, son isomère fournit l'alcool butylique; il semble donc que le groupe butyle est attaché, non pas à l'azote comme dans la butylméthylnitramine, mais à l'oxygène. M. H. Umbgrove, en préparant l'allylméthylnitramine avec la méthylnitramine potassique et le bromure d'allyle, a obtenu ainsi, comme produit accessoire, un isomère bouillant à température plus basse et réagissant vivement avec l'acide sulfurique. En chauffant la méthylnitramine, il se dégage du protoxyde déjà au-dessous de 100° C., puis jusqu'à 130° C. il distille un couple de liquides non miscibles et enfin à 187° C. la diméthylnitramine. Par fractionnement des liquides on obtint un corps bouillant à la même température que celui que fournit l'action de l'iodure de

méthyle sur le dérivé argentique de la méthylnitramine et réagissant vivement avec l'acide sulfurique; c'est donc une troisième méthode de formation de ces isomères. La méthylnitramine chauffée avec le β-naphtol à 100° C. dégage de l'azote, et il se produit l'éther méthylique du naphtol en même temps que des corps fortement colorés. — M. **A. F. Holleman** publie quelques résultats nouveaux sur le phénylnitrométhane en rapport avec les recherches antérieures de l'auteur et de MM. Hantzsch, Nef et Kissel. — M. **H. Kamerlingh Onnes** fait connaître en détail les appareils pour la mesure de très basses températures qui fonctionnent depuis quelques années dans le Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde. Les instruments ont été construits par M. N. A. Blom, mécanicien du laboratoire, d'après les indications de l'auteur. La base de la méthode est formée par le thermomètre à hydrogène à volume constant. Successivement l'auteur s'occupe : de la construction particulière de ces thermomètres à hydrogène, destinés à évaluer des températures très basses, et pour cela de dimensions aussi petites que possible; de deux modèles de ces thermomètres dont l'un remplit principalement la condition des petites dimensions, l'autre celle de la précision; des précautions et des expédients dans la construction et dans l'usage de ces thermomètres; de l'appareil pour la formation d'hydrogène pur; du remplissage du thermomètre avec ce gaz; de la fixation du point-zéro, etc. — Ensuite M. Kamerlingh Onnes fait deux communications de la part de M. E. **van Everdingen**. La première a pour titre : « Remarques sur la méthode d'observation du phénomène de Hall », la seconde se nomme : « Evaluation de la dissymétrie du phénomène de Hall chez le bismuth et l'antimoine. — Rapport de MM. **D. J. van der Waals, C. Lely, D. J. Korteweg, S. Hoogewerff** sur le danger que pourrait causer l'emploi de gaz comprimé dans le Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde, avec des avis de MM. J. Dewar, K. Olszewski, W. Hennicke, Dr Raydt. La tendance du rapport est de prouver que le danger est illusoire. — M. **A. F. Holleman** présente son « Leerboek der organische scheikunde » (Cours de chimie organique).

3° Sciences naturelles. — M. **A. A. W. Hubrecht** s'occupe de la vésicule embryonnaire de l'homme et du singe et de sa signification pour la phylogénie des Primates. La vésicule embryonnaire de l'homme se distingue d'abord de celle des autres Mammifères par des déviations caractéristiques. Ce sont : 1° la vascularisation presque immédiate de la paroi; 2° le caractère et la petitesse de la vésicule ombilicale; 3° l'apparition d'une tige connective; 4° l'absence d'un allantoïs libre. Tandis qu'on croyait, il y a quelque temps, que, à cause de ces déviations, l'homme occupe une position isolée, les recherches de M. E. Selenka ont prouvé que ces mêmes déviations se montrent chez quelques espèces de singes, anthropoïdes ou non. L'auteur présume que les singes américains, non encore examinés à ce point de vue, se comportent de la même manière. L'auteur se demande comment les déviations indiquées peuvent être mises en correspondance avec le caractère de la vésicule embryonnaire des autres Mammifères, qui rappelle ce que nous font voir les Reptiles et les Oiseaux, aussi bien par le rapport de l'embryon à la paroi de la vésicule, que par l'union secondaire de l'embryon à la vésicule à l'aide de l'allantoïs agrandissant. Il passe en revue les théories usuelles des MM. Keibel et Graf Spee et y oppose la sienne développée en 1889. Surtout ses recherches sur *Tarsius spectrum* démontrent l'inadmissibilité de l'hypothèse de M. Keibel. Chez *Tarsius* : 1° la vésicule ombilicale est d'abord et reste toujours plus petite que la vésicule embryonnaire; 2° le mésoblaste s'étend également sur la paroi inférieure de la vésicule embryonnaire et la fente du cas ordinaire ne se présente pas; 3° la tige connective existe dès le commencement; ni l'amnion, ni l'allantoïs ne prennent une part active dans sa formation. Ainsi il se croit obligé de ranger *Tarsius* avec les Singes et l'homme dans l'ordre des Primates et de rompre le rapport fictif de *Tarsius* avec les autres Lémurides et il termine par des considérations paléontologiques qui y correspondent. — M. **C. A. Pekelharing** s'occupe d'un nouveau mode de préparation de la pepsine. Le suc gastrique artificiel de concentration suffisante se trouble par dialyse avec de l'eau. Ce phénomène se montre le plus fort quand la teneur de HCl s'est abaissée à 1/50 pour cent; en diminuant davantage la teneur de HCl, le précipité se dissout de nouveau. Le précipité est caractérisé par la faculté de digérer de l'albumen, à l'aide d'acide. Pour l'étudier de plus près il fut préparé de la manière suivante. Les membranes muqueuses de dix estomacs de porcs furent digérées pendant cinq jours à 37°C avec HCl de 1/2 pour cent et filtrées ensuite à travers du papier à filtrer, comprimée d'une manière particulière. Le précipité obtenu fut dissous en HCl de 1/5 pour cent, précipité de nouveau par dialyse avec de l'eau distillée, dissous de nouveau dans l'acide, précipité de nouveau par dialyse, filtré, dilué avec un peu d'eau et séché au-dessus d'acide sulfurique. Le liquide primitif, dont on venait de séparer le précipité à l'aide de centrifugation, contient encore de la pepsine en abondance; on y ajoute donc de l'acétate basique de plomb et de l'ammoniaque, et on décompose le précipité à l'aide d'acide oxalique. La solution concentrée de pepsine ainsi obtenue, qui contenait de l'acide oxalique et de l'acide acétique, fut dialysée avec de l'eau courante. Alors se formait encore un précipité de pepsine qui fut séparé par centrifugation et purifié de la même manière que la première partie. La matière ainsi préparée est un albumen très composé contenant à peu près 1 pour cent de phosphore. La solution à réaction acide se trouble quand on l'échauffe rapidement. Alors elle se décompose en une albumose une nucléoprotéide contenant 3/10 pour cent de phosphore et une troisième substance contenant également du phosphore et qui se dissout facilement dans l'alcool chaud et difficilement dans l'alcool froid. L'échauffement lent cause une décomposition toute différente. L'auteur croit qu'on doit présumer que cet albumen, extrêmement composé, contient non seulement l'enzyme, mais qu'il forme lui-même l'enzyme. La substance a une action extrêmement forte. Un millième d'un milligramme, en six centimètres cubes de HCl de 1/5 pour cent, digère un flocon de fibrine en quelques heures. De plus la faculté de digérer de l'albumen diminue par l'échauffement et disparaît précisément à la température de décomposition de l'albumen. Une solution de pepsine préparée d'après la méthode de Brücke ne présente pas de réactions sur l'albumen. Ce fait connu n'est pas contradictoire à l'hypothèse qui veut que l'enzyme est un albumen après tout. En vérité, une solution préparée de la manière indiquée plus haut digère très fortement à la teneur de 1/100 pour cent, quoique le diluement considérable soit cause que les réactions sur l'albumen sont imperceptibles. Enfin l'auteur a trouvé que toute la pepsine examinée, appliquée en quantité suffisante, fait coaguler le lait à réaction neutre. — Rapport de M. **E. Giltay** sur des recherches faites au Jardin botanique de Buitenzorg (île de Java), du 3 septembre 1895 jusqu'au 22 janvier 1896. Les recherches ont trait à l'évaporation et à l'assimilation. — M. **B. J. Stokvis** présente sa brochure : « La colonisation et l'hygiène tropicale », M. **K. Prins** sa thèse : « Over terpentyn als bloedstelpend geneesmiddel (La térébenthine dans l'étanchement du sang) », et M. **J. L. C. Schroeder van der Kolk** son travail : « Mikroskopische Studien über Gesteine aus den Molukken (Etudes microscopiques des pierres des îles Moluques) ».

P. H. Schoute.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

7e ANNÉE N° 17 15 SEPTEMBRE 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE SÉRUM ANTI-PESTEUX DU Dr YERSIN

Bien que les feuilles quotidiennes n'aient pu qu'annoncer la nouvelle, sans l'accompagner des références nécessaires, nos lecteurs ont, sans aucun doute, appris le très grand succès que le Dr Yersin vient d'obtenir des injections de sérum anti-pesteux. M. Yersin est bien connu du monde savant : ses beaux travaux sur le processus microbiologique de la tuberculose, sur les toxines paralysantes du microbe de Loeffler (avec M. Roux), etc. sont présentes à tous les esprits; ils imposent à notre confiance les résultats que le jeune savant nous annonce : 27 cas de peste déclarée traités par son sérum et suivis de guérison.

La lettre suivante de M. C. Huart, Consul général de France à Canton, écrite immédiatement après le traitement du premier cas, nous apporte à ce sujet de précieux détails et montre tout l'intérêt que nous avons à développer dans la France Orientale et les pays voisins le bon renom de la science française. *L. O.*

COMMUNICATION DE M. C. HUART.

Il y a quelques jours, j'étais avisé par M. Le Roux, consul de France à Hong-Kong, que le Dr Yersin, chargé d'une mission, comptait monter à Canton pour continuer les études qu'il avait entreprises sur la peste lors de son premier séjour à Hong-Kong en 1894. Le vendredi 26, vers 11 heures, je reçus la visite du Dr Yersin, qui m'exposa le but de sa mission et me demanda si je croyais qu'il réussirait à obtenir l'entrée des hôpitaux chinois de pestiférés et à y essayer l'emploi du sérum curatif qu'il avait découvert. Je ne dissimulai pas au docteur qu'il m'était impossible de l'autoriser à tenter ici les expériences auxquelles il voulait se livrer, expériences que l'hostilité de la population cantonnaise contre tout ce qui est européen pouvait rendre très dangereuses pour les résidents.

Je proposai au docteur de se rendre avec moi à la mission catholique pour obtenir quelques renseignements de statistique qui nous intéressaient tous les deux. Dès le début de l'entretien, Mgr Chausse nous fit part de ses inquiétudes : un de ses séminaristes venait presque subitement d'être pris de symptômes ressemblant à ceux de la peste, et il craignait vivement, si la maladie se confirmait, que le séminaire et l'orphelinat, jusque-là indemnes, fussent atteints par l'épidémie.

Entendant les paroles de l'évêque, le Dr Yersin lui fit part du motif de son voyage, de sa découverte et du regret qu'il éprouvait de ne pouvoir essayer sur un malade l'application d'un remède dont il avait maintes fois constaté l'efficacité sur des animaux. Après une série d'expériences conduites d'après une méthode rigoureuse, méthode qui a amené la découverte du sérum anti-diphtérique, les lois de la science microbiologique lui permettaient d'espérer le succès. Dans tous les cas, il garantissait absolument l'innocuité du remède.

Le docteur se rendit au séminaire et procéda à un examen attentif du malade; plus de doute, on avait affaire à un cas de peste aiguë. Il y eut alors, je l'avoue, un moment de très grande anxiété. Enfin Mgr Chausse, me regardant, déclara que l'intervention inattendue du docteur était l'unique chance de salut qui restât à son élève. Après les paroles de l'évêque, je ne pouvais que laisser au Dr Yersin la liberté d'entreprendre une cure se présentant dans des conditions satisfaisantes et avec des garanties de sécurité extérieure. Je répondis à Mgr Chausse : « Je ne m'oppose pas à ce que l'inoculation du sérum anti-pesteux soit faite, à la condition toutefois que l'opération ait lieu hors de la présence de Chinois, et que les détails en seront strictement tenus secrets jusqu'au rétablissement complet du malade. De telle sorte, nous éviterons les ennuis qui pourraient survenir en cas d'insuccès. »

Ces conventions furent rigoureusement et d'autant plus facilement observées que l'enfant était déjà isolé dans une chambre séparée du séminaire. Trois injections du sérum anti-pesteux furent faites : la première à cinq heures du soir, les deux autres à six heures et à neuf heures du soir. La guérison a été complète

Tel est l'historique du premier cas de peste traité et guéri par l'emploi du sérum anti-pesteux. Cette découverte fait le plus grand honneur à la science française et à l'Institut Pasteur dont le Dr Yersin est un des plus brillants disciples. Elle est destinée, si, comme on n'en peut douter, la suite des expériences, à Amoy et à Fou-Tchéou, confirme le premier et si concluant résultat, à augmenter considérablement notre influence dans cette région. Il sera alors possible de venir, à Canton, essayer l'application d'une méthode qui aura fait brillamment ses preuves en Chine et dont les succès auront certainement un très grand retentissement ici.

C. HUART,
Consul de France à Canton.

636,5

L'ÉTAT ACTUEL DE L'AVICULTURE EN FRANCE

Depuis une vingtaine d'années, une production raisonnée, basée sur l'observation et l'expérience, s'est substituée à l'élevage des volailles, pratiqué jusqu'alors avec peu de soins, sans aucune méthode et sans aucune recherche pour le rendre plus lucratif. Par son appel au concours des sciences dans ses procédés, l'*Aviculture*, qui est une branche importante de la Zootechnie, mérite de fixer l'attention des biologistes.

Dans ses applications, c'est, le plus souvent, une industrie annexe de la ferme, au même titre que la laiterie ou la fromagerie; mais, quelquefois, elle constitue une industrie spéciale, produisant, uniquement ou simultanément, des œufs, des poussins, ou des volailles adultes destinées, les unes à la consommation, les autres à la reproduction; ou encore, par la multiplication du gibier, elle concourt au peuplement des chasses. Elle est aussi devenue une distraction fort recherchée des privilégiés de la fortune, qui estiment quelquefois autant une jolie collection de volailles ou d'oiseaux qu'une collection de roses ou d'orchidées.

C'est l'état actuel de ses procédés, tant d'incubation que d'élevage et d'engraissement, que nous allons passer ici rapidement en revue.

I. — Procédés d'incubation.

Autrefois les volailles, poules, canes, oies ou dindes couvaient leurs œufs dans les conditions les plus voisines de celles que leur instinct les pousse à rechercher. L'exploitant n'intervenait en aucune façon pour provoquer, chez elles, ce besoin, ou pour soustraire la couvée et les produits aux causes nombreuses de destruction qui les environnent. On distribuait du grain, on récoltait des poulets. Aussi, de même qu'on a dit que le bétail est un mal nécessaire, on a répété que « celui qui veut et ne sait comment perdre de l'argent, n'a rien de mieux à faire que d'entretenir de la volaille ».

L'incubation forcée, au moyen de dindes, fut le premier pas dans la voie du progrès. Mises pendant une huitaine de jours dans une caisse ou un panier muni d'un couvercle, et de dimensions telles qu'elles ne puissent s'y tenir sur leurs pattes, ni s'y retourner, les dindes finissent assez facilement à *se résoudre* — c'est le terme consacré — à couver sans en avoir éprouvé le besoin, sans même avoir pondu. Elles peuvent faire ainsi quatre à cinq couvées sans interruption et recevoir une vingtaine d'œufs de poules ou de canes, à chaque fois. Ce système, simple en apparence, a des inconvénients : la casse des œufs est assez grande ; le *mirage* au 3e ou 4e jour d'incubation est souvent impossible à cause de la malpropreté des œufs[1] ; les dindes exigent des soins nombreux, il faut les lever presque toutes pour qu'elles prennent leur nourriture ; enfin, les nids sont souvent envahis par les poux, lesquels tourmentent les dindes, les font maigrir et les mettent

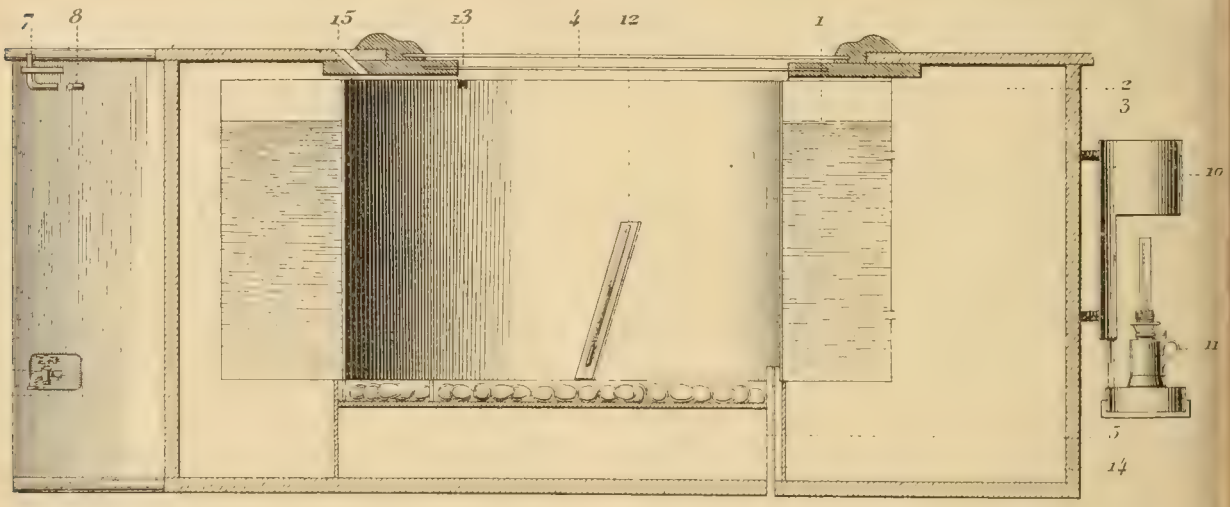


Fig. 1. — *Coupe d'une couveuse artificielle.* — 1, chaudière en tôle; 2, sciure de bois tassée; 3, enveloppe en bois; 4, châssis vitré; 5, sable pour l'entretien de l'humidité; 6, casiers tourne-œufs; 7, tuyau pour l'entonnement de l'eau; 8, trop-plein; 9, robinet de déversement; 10, thermo-siphon; 11, lampe à pétrole; 12, thermomètre; 13, tuyau donnant de la vapeur d'eau de la chaudière; 14, 15, tuyaux d'aération.

[1] Le *mirage* est l'opération pratiquée pour apercevoir au travers de la coquille l'état de l'embryon.

dans un état qui ne leur permet pas de continuer leur métier de couveuses.

Bien que connue depuis longtemps, l'*incubation artificielle* n'est réellement pratiquée en France que depuis vingt-cinq ans. Réaumur, à la fin du siècle dernier, l'ayant vu pratiquer en Egypte au moyen d'immenses fours en briques, l'avait réalisée, d'une façon très primitive, dans des tonneaux et des caisses où la chaleur nécessaire était donnée par du fumier ou de l'eau chaude. Quelques essais furent encore faits au milieu du siècle par divers inventeurs; mais ce ne fut guère qu'en 1876 que des appareils pratiques furent présentés au public au Concours général du Palais de l'Industrie. Depuis lors, il a été construit des systèmes nombreux d'incubateurs. La figure 1 montre un des systèmes les plus perfectionnés.

Quel que soit le mode d'incubation, — pour que le développement de l'embryon s'effectue et aboutisse à la formation d'un être viable et normalement constitué, certaines conditions s'imposent, sur lesquelles nous allons maintenant insister.

§ 1. — **Conditions à réaliser avant l'incubation.**

L'ovule doit non seulement avoir été fécondé, mais les différentes parties de l'œuf s'être formées normalement et provenir d'un animal en bon état de santé. Ainsi, l'embryon des œufs de poules très grasses n'arrive pas souvent à terme, soit qu'il ait lui-même une vitalité moindre, soit que la partie du jaune qui constitue le vitellus nutritif, ou encore l'albumine, aient une composition plus susceptible d'altération. Il en est de même, à plus forte raison, pour les œufs d'animaux rachitiques ou atteints par la maladie. Le développement de spores microscopiques de champignons à l'intérieur des œufs, comme c'est souvent le cas pour ceux des poules anémiées ou simplement privées d'exercice, dont la ponte s'effectue difficilement, suffit à empêcher le développement complet de l'embryon.

Les risques croissent donc d'autant plus que les œufs sont mis en incubation plus longtemps après la ponte et que les échanges d'air ont été, par conséquent, plus nombreux au travers de la coquille poreuse.

§ 2. — **Conditions à réaliser pendant l'incubation.**

1° *Conditions thermiques.* — L'œuf doit posséder, — pendant un nombre de jours, dont le maximum et le minimum diffèrent peu, pour chaque espèce d'oiseau, de l'optimum qui convient pour l'obtention d'êtres normalement constitués et viables, — une température non constante, présentant elle-même un optimum compris entre une limite maxima très rapprochée et une limite minima très éloignée. Ce degré optimum, qui croît faiblement du commencement à la fin de l'incubation, doit être maintenu, sinon rigoureusement, du moins approximativement, pendant la plus grande partie du temps qu'elle dure. Les limites maxima et minima sont variables : 1° suivant les phases de l'incubation; 2° suivant la durée du temps pendant lequel elles sont atteintes; 3° suivant le nombre de fois précédentes qu'elles y sont parvenues.

On s'accorde généralement aujourd'hui à considérer comme durée optima de l'incubation et température optima *moyenne :* pour les œufs de poules vingt et un jours et 40° C.; pour ceux de canes vingt-six jours et 39°; pour ceux d'oies trente jours et 39°5; pour ceux de dindes et de pintades vingt-huit jours et 40° C.

Nous ferons remarquer, en passant — beaucoup de chercheurs l'ayant méconnu : — 1° que la température de l'œuf n'est pas celle qu'indique un thermomètre placé à côté dans la même atmosphère; 2° que la température d'un œuf placé sous une poule est notablement inférieure à celle de cette poule; 3° que les œufs dans lesquels le développement de l'embryon s'effectue voient moins rapidement que les œufs non fécondés leur température s'abaisser.

2° *Conditions de mouvement.* — Les œufs doivent être changés de position, sinon quotidiennement, du moins plusieurs fois pendant l'incubation. M. le Professeur Dareste en a démontré la nécessité. Dans ses expériences de tératologie, il a vu que, dans la plupart des œufs conservant constamment la même position, il y avait adhérence des membranes qui enveloppent le fœtus — l'amnios et l'allantoïde, — et qu'il en résultait ou sa mort ou la création d'un monstre.

3° *Conditions de respiration.* — En outre de ces conditions générales, les incubateurs ou couveuses artificielles doivent remplir toutes les conditions dans lesquelles s'accomplit l'incubation naturelle.

La dessiccation des membranes doit être évitée par l'entretien d'une humidité suffisante dans l'atmosphère ambiante. L'état hygrométrique qui convient n'est pas scientifiquement déterminé : on considère, dans la pratiqne, qu'il doit être assez voisin de la saturation et plus grand pour les Palmipèdes que pour les Gallinacés.

L'atmosphère entourant l'œuf doit être renouvelée, car le développement de l'embryon et le fonctionnement de son cœur à l'intérieur donnent lieu à des oxydations et à des produits de combustion qui s'échappent par les pores de la coquille. Si ceux-ci viennent à être obstrués, comme cela arrive après l'enlèvement (total seulement en apparence) des produits les plus recommandables jusqu'ici pour la conservation des œufs, il y a empoi-

sonnement du fœtus par ses produits excrémentitiels.

Actuellement, le conditionnement de la plupart des incubateurs répond à ces données : il n'y a plus guère de divergence entre les constructeurs qu'au sujet de la constance ou de la non-constance de la température à y obtenir. En réalité, cela a peu d'importance, car on obtient toujours, par une méthode ou par l'autre, si les appareils satisfont aux autres conditions générales de l'incubation, le développement de la grande majorité des embryons. Les pertes ne portent que sur les œufs à germes faibles ou mal constitués ou altérés, dont nous parlions plus haut et dont il est possible d'éviter l'emploi. Cependant, si la *démonstration* expérimentale [1] de la nécessité d'un refroidissement journalier et du réchauffement graduel des œufs laisse encore à désirer, l'observation de ce qui se passe dans l'incubation naturelle et la proportion des insuccès, — d'autant plus grande que la régularité était plus parfaite dans les essais que plusieurs expérimentateurs et nous avons faits, — nous poussent à porter nos recherches sur la détermination des courbes qui doivent représenter l'accroissement de la température optima moyenne au cours de l'incubation, ainsi que les limites maxima et minima par lesquelles elle doit passer journellement, et non sur la détermination d'une température optima, invariablement fixe.

La plus ou moins grande perfection des systèmes réside aujourd'hui : 1° dans l'obtention et le maintien, faciles pour l'amateur, économiques pour l'aviculteur de profession et le cultivateur, de la température voulue ; 2° dans une égale répartition de la chaleur pour tous les œufs ; 3° dans l'entretien constant dans l'atmosphère ambiante de l'état hygrométrique désirable ; 4° dans une aération suffisante ; 5° dans le retournement facile des œufs ; 6° dans un rapport étroit entre le conditionnement et le prix de revient.

Il existe actuellement en France plusieurs milliers de couveuses artificielles fonctionnant régulièrement pendant plusieurs mois de l'année (fig. 2) ; les meilleurs systèmes procurent, en moyenne, des éclosions représentant 75 à 80 °/₀ des œufs soumis à l'incubation ; les cas où le rendement est de 95 °/₀ ne sont pas rares. Par l'incubation naturelle ou forcée, au moyen de dindes, on n'obtient qu'un résultat moyen inférieur. Aussi, dès que la production des volailles a un peu d'importance, ne tarde-t-on pas à remplacer par des incubateurs les poules et dindes couveuses. Ces dernières sont de moins en moins employées, même dans la région de Houdan (Seine-et-Oise), où l'incubation forcée se pratiquait couramment dans de nombreuses fermes.

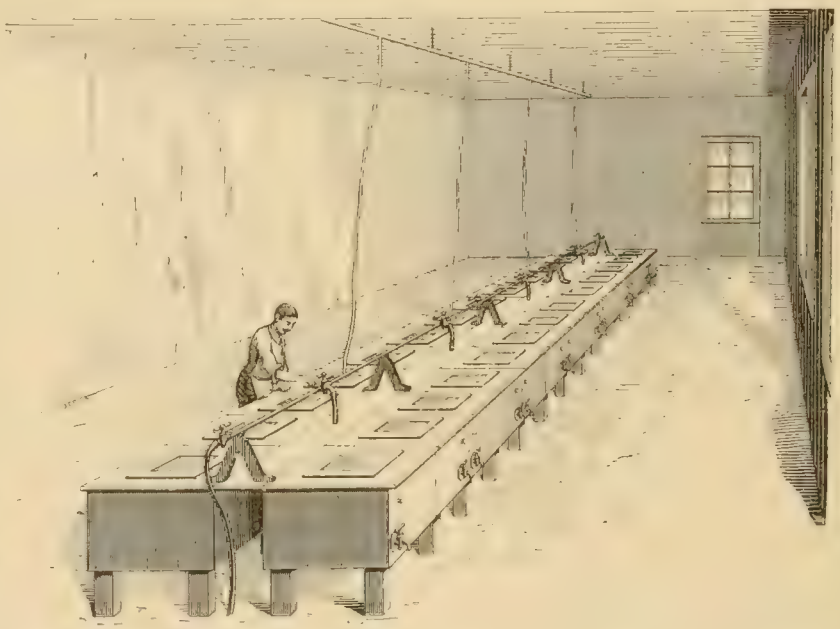


Fig. 2. — *Vue d'un couvoir industriel de 26 incubateurs constituant deux rangées parallèles.* — Au fond, chambre de la chaudière ; la vapeur d'eau est envoyée aux incubateurs par un système de tuyaux et de robinets.

II. — Procédés d'élevage.

L'incubation et l'élevage artificiels se sont développés à peu près simultanément. La poule a été remplacée, pour les poussins éclos dans un incubateur, par un appareil chauffé, sous lequel ils prennent, dès le premier jour, l'habitude d'aller chercher la chaleur dont ils ont besoin et qu'on appelle l'*éleveuse* ou *mère artificielle* (fig. 3).

Cependant, pour l'élevage du gibier, — bien que les couveuses artificielles soient très employées dans les chasses où l'on s'occupe de repeuplement, — l'emploi d'éleveuses s'est moins généralisé que pour les animaux de basse-cour. Cela tient à ce que, se pratiquant au milieu des champs ou des bois, à grande distance de toute habitation, les appareils qu'on a construits jusqu'à ces années dernières, ne répondaient pas aux exigences du problème. Il faut que les élèves y soient à l'abri de toutes les intempéries, et que cela ne nécessite pas des frais trop onéreux d'installation ou de manu-

[1] Expériences relatées dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, n° 3, mai 1895.

tention journalière pour le chauffage et pour la mise en sûreté pendant la nuit.

Les systèmes récents d'éleveuses, où la chaleur est donnée par une lampe à pétrole ou une briquette et où les poussins, perdreaux et faisandeaux, ne peuvent se tasser, se vulgarisent rapidement. Ils réalisent, en effet, certaines conditions qu'on a été toujours trop enclin à transgresser, comme celles qui ont pour but d'éviter l'agglomération de jeunes animaux sur le même espace, leur réunion pour se réchauffer mutuellement ou pour prendre leur nourriture, enfin d'assurer l'entretien d'une grande propreté.

Avec l'élevage artificiel, les notions qu'on possédait sur les besoins des jeunes volailles se sont développées. On a reconnu qu'à l'exception des Palmipèdes, qui sont granivores et herbivores, nos oiseaux de basse-cour et ceux qui constituent le gibier, sont omnivores et réclament, pour leur développement rapide, une nourriture tout à la fois animale et végétale. Aussi, dans les élevages bien administrés, on donne concurremment de la viande cuite et hachée, du sang de bœuf cuit ou desséché, des œufs durs et hachés, des insectes, des œufs de fourmi, naturels ou artificiels, avec des feuilles de salade, de chou, de chicorée. Les grains : millet, chènevis, sarrasin, avoine, orge, dari, blé et les farines d'orge, de maïs et de dari y forment la base de la nourriture des jeunes volailles. Les poudres d'os, très fines, adjointes à la pâtée obtenue avec les farines, sont souvent employées.

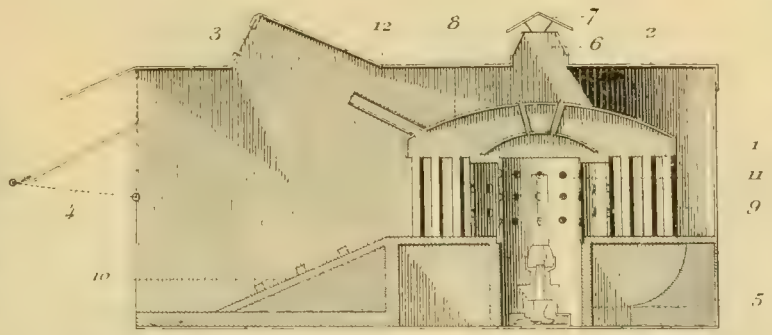


Fig. 3. — *Coupe d'une éleveuse à lampe.* — 1, enveloppe extérieure de zinc; 2, couvercle; 3, vitre permettant de voir la lampe et de la régler sans ouvrir; 4, porte grillagée; 5, lampe plate à pétrole; 6, cheminée; 7, fumivore; 8, disque en cuivre emmagasinant la chaleur; 9, tubes en laiton au milieu desquels les poussins se réchauffent sans se tasser; 10, escalier; 11, manchons isolant les poussins de la lampe; 12, tube permettant de voir la flamme de la lampe.

Suivant le produit qu'on recherche, l'élevage présente quelques différences. Il est certaines exploitations où presque tous les œufs sont vendus; d'autres, où la vente des jeunes volailles, à l'état maigre ou à l'état gras, constitue la principale recette : d'autres enfin, où la production des œufs et celle des jeunes volailles sont sensiblement égales.

§ 1. — Production des œufs.

Les moyens de rendre la production des œufs intensive et rémunératrice sont :

1° L'entretien du troupeau dans les conditions spéciales qui, en dehors des conditions hygiéniques générales, sont les plus favorables à la ponte, telles que : le libre parcours, qui permet aux animaux de se procurer une nourriture variée et substantielle en même temps qu'économique, et une protection suffisante contre le froid, l'humidité et le vent, comme la procure le séjour dans les étables ou sur le fumier

2° L'emploi des races ou variétés, plus spécialement aptes à une production abondante d'œufs et les plus adaptées au milieu où elles doivent vivre. Il n'est pas une race qui puisse être recommandée exclusivement. Les différences individuelles entre sujets d'une même race sont très grandes, et telle qui est classée première dans un élevage, n'arrive qu'en cinquième ou sixième rang dans un autre. Nos races françaises, pures ou croisées, bien que n'occupant pas la tête de liste, comparées avec quelques races étrangères, sont des *pondeuses* moyennes, d'autant plus acceptables qu'il n'y a pas lieu de les acclimater. Le croisement avec les races étrangères les plus recommandables à ce point de vue spécial : Hambourg (fig. 4), Leghorn, Andalous, Scotch-Grey, — occasionne une diminution de leur taille, de leur précocité ou de leur finesse de chair, diminution qui n'est pas compensée par une augmentation suffisante de la ponte. Le croisement avec les Cochinchinois, Brahmas, races un peu moins prolifiques que les nôtres, a cependant quelque avantage au point de vue spécial que nous examinons. La rusticité des produits est, en général, augmentée, et, comme elle fait souvent défaut, la production *moyenne* des œufs devient plus grande. Il est à noter aussi que ces races asiatiques ont l'avantage de pondre un peu aux époques où les nôtres ne donnent plus d'œufs, c'est-à-dire au moment où ils valent le plus cher.

3° Le renouvellement du troupeau aux conditions les plus avantageuses. Il se fait par tiers, en vendant les sujets ayant atteint deux ans et demi d'âge, après cessation de la ponte, à l'époque de la mue, et en élevant une quantité égale de poulets, nés dans les trois ou quatre premiers mois de l'année, dont la grande majorité donnent un certain nombre d'œufs dès le mois d'octobre et de novembre, c'est-à-dire à l'âge de six à huit mois.

§ 2. — Production des volailles pour la consommation.

A quelques exceptions près, où il y a division du travail, la production des volailles pour la consommation comporte, partout où elle se fait en France, l'entretien d'un troupeau pour la production des œufs, la mise en incubation de ceux-ci, l'élevage, puis l'engraissement des jeunes.

Les qualités que les produits doivent posséder pour que cette production soit rémunératrice sont, par ordre d'importance au point de vue du bénéfice dont elles facilitent généralement la réalisation : rusticité, précocité, finesse de chair, développement des parties charnues les plus estimées, facilité d'engraissement, développement de la taille ; ces qualités obligent l'exploitant à apporter quelques soins particuliers à l'entretien des volailles composant sa basse-cour. Ces qualités sont, en effet, essentiellement héréditaires, et, qu'il s'agisse de races pures ou croisées, il doit s'attacher à les développer ou à les conserver.

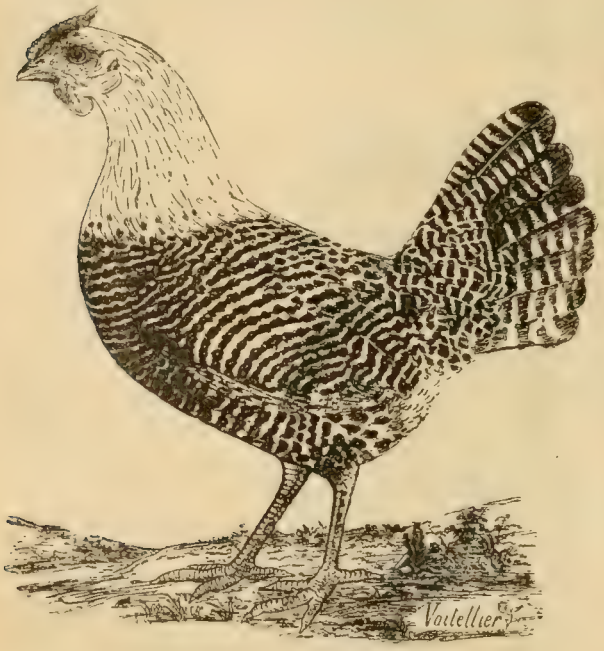


Fig. 4. — *Poule de Hambourg crayonnée.*

Le choix des reproducteurs, l'adoption d'une race pure ou d'un croisement sont des opérations qui se font presque partout, mais qui laissent souvent à désirer.

Comparées aux volailles étrangères, la plupart de nos races françaises, sélectionnées, se montrent supérieures comme finesse de chair et facilité d'engraissement. Elles se trouvent distancées de très peu : 1° pour la précocité, par la race italienne de Leghorn ; 2° pour la rusticité, par les races cochinchinoise, Brahma, malaise, indienne, andalouse, Leghorn, Wyandotte, Scotch-Grey, Plymouth-Rock ; 3° pour le développement des parties charnues les plus estimées, par les races malaise, indienne ; 4° pour la taille, par les races cochinchinoise, Brahma, Langshan, malaise, indienne et Dorking.

S'il s'agit donc de satisfaire la consommation de luxe, qui est très développée, en fournissant des poulets très fins et très gras, nos races pures de Crèvecœur, La Flèche, du Mans, de la Bresse, de Mantes (fig. 6), de Houdan (fig. 5), sont celles qui conviennent le mieux. Dans leurs pays d'origine respectifs, il est de nombreuses basses-cours où la population galline existante peut être améliorée par le croisement dit *d'implantation* ou *continu* avec des reproducteurs de race pure. Mais cette amélioration n'a de valeur que si l'on opère chaque année une sélection portant sur tous les produits, et consistant à conserver pour la reproduction les sujets les mieux constitués, les plus rustiques et les plus précoces, et parmi ceux-ci un lot de ceux possédant le plus les qualités recherchées, lot qu'on doit faire se reproduire isolément (fig. 7), pour augmenter le nombre des sujets se rapprochant du type améliorateur introduit. On a le tort, en général, d'attacher trop d'importance au choix du mâle relativement à celui des femelles. Dans une même race, la rusticité et la précocité ne sont appréciables que par la comparaison du développement qu'ont acquis les animaux considérés au même âge. Les plus forts, mâles ou femelles, et les mieux constitués sont les seuls à conserver pour la reproduction.

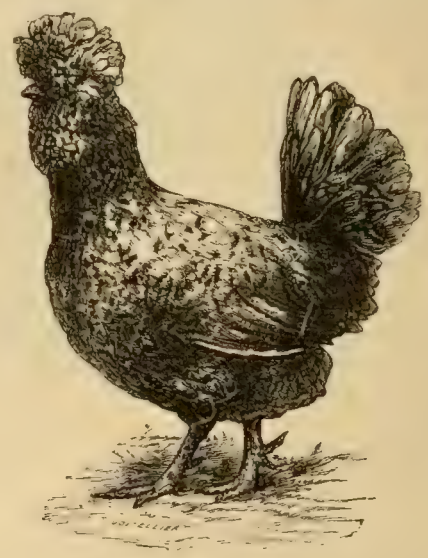


Fig. 5. — *Poule de Houdan.*

Pour la consommation générale et l'approvisionnement des grands marchés, les poulets les plus

volumineux, d'une finesse de chair moyenne et moyennement gras, sont ceux dont la vente est la plus facile. S'ils sont à la fois précoces et rustiques, l'exploitant a un bénéfice certain à les produire. Pour cela, nos races françaises, pures ou croisées, laissent souvent à désirer au point de vue de la rusticité et du volume. La reproduction des métis obtenus par le croisement des races cochinchinoises, Brahma, malaise, indienne avec nos races, donne de très bons résultats, témoin le poulet dit de Faverolles, métis Brahma-Houdan, qu'on produit très avantageusement en Seine-et-Oise et Eure-et-Loir pour l'approvisionnement de Paris (fig 8). Le croisement avec les races malaise et indienne, dont la conformation est toute particulière, procure des sujets dont les muscles pectoraux et alaires sont très développés relativement aux autres parties du corps. Comme ces muscles constituent les morceaux les plus estimés et que leur développement donne à la pièce de volaille apportée sur une table un aspect des plus flatteurs, comme, d'autre part, ce croisement communique une rusticité au moins égale à celle procurée par les Cochinchinois et Brahma, et que la diminution de la finesse de chair qui en résulte est plutôt moindre, il devrait être plus pratiqué qu'il ne l'a été jusqu'à présent.

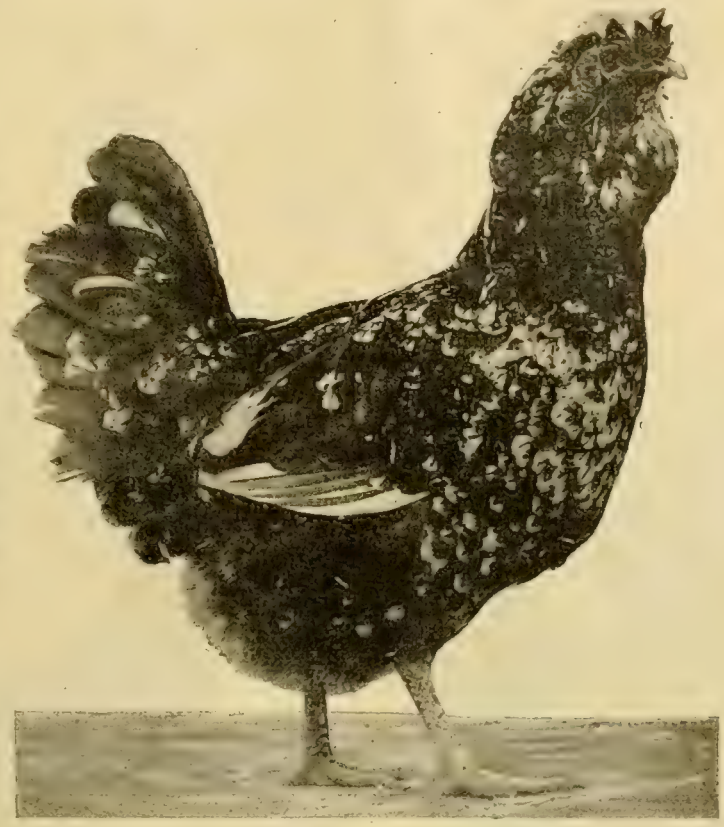


Fig. 6. — *Poule de Mantes.*

Dans les centres où l'on élève des canetons, la méthode du croisement d'implantation, pratiquée avec des reproducteurs de race pure et sélectionnée de Rouen ou de Pékin, a le grand avantage d'augmenter le volume, la finesse de chair, la précocité, et de rendre ainsi cette production encore plus rémunératrice qu'elle ne l'est. Dans la production des oies, l'introduction dans les troupeaux de reproducteurs de la race de Toulouse sélectionnée (fig. 9), augmente la taille, la précocité et la finesse de chair des produits. Notre race noire de Sologne peut, lorsqu'elle est bien sélectionnée, servir à améliorer la plupart des troupeaux de dindes. Cependant, l'in-

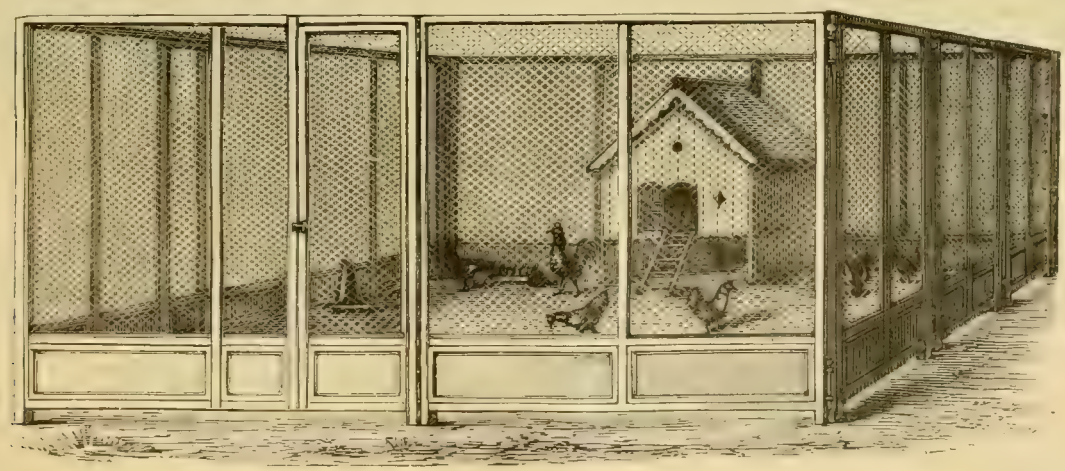


Fig. 7. — *Poulailler avec parc pour l'entretien d'un lot de volailles sélectionnées.*

troduction du dindon cuivré d'Amérique peut être aussi avantageuse pour augmenter la rusticité et la taille des dindonneaux.

III. — Hygiène des animaux de basse-cour.

Les soins hygiéniques ont, dans la pratique avicole, une importance peut-être plus grande que dans l'élevage du bétail. C'est qu'en effet, en dehors des accidents ordinaires, — indigestion, diarrhée, congestion, qui peuvent être évités par une alimentation bien comprise, — les méthodes prophylactiques permettent de restreindre au minimum les pertes qui résulteraient de maladies graves, tandis que les méthodes curatives de ces mêmes maladies laissent beaucoup à désirer.

Les voici brièvement résumées :

§ 1. — **Anémie.**

L'anémie peut être occasionnée par : 1° une nourriture insuffisamment substantielle ; 2° un manque d'exercice ; 3° l'envahissement du poulailler par des Acariens des genres *Dermanysse*, *Argas*, qui se gorgent du sang des oiseaux pendant la nuit ; 4° le pullulement à la surface de leur corps de Diptères du genre *Pulex*, d'Hémiptères de la famille des *Ricinidés* (genre *Docophore*, *Goniode*, *Goniocote*, *Lipeurus*, *Menopon*, etc.) qui les font maigrir en vivant à leurs dépens, et, en les tourmentant sans cesse, finissent par les déprimer.

La distribution d'une nourriture animale et végétale variée prévient l'anémie dans le premier cas. Il est facile d'obvier à la deuxième cause. Quant aux troisième et quatrième cas, on doit y remédier simultanément. Le procédé le plus simple de destruction des acariens consiste : si le poulailler est démontable en bois et fer, à en badigeonner les différentes parties au pétrole et à les peindre ensuite ; s'il est en maçonnerie, à agir pareillement pour les boiseries (perchoirs et pondoirs), puis à badigeonner les parois avec un lait de chaux.

La destruction des insectes sur les animaux se fait : 1° en lustrant soigneusement les plumes seules avec une brosse imbibée de pétrole, ou 2° en les trempant, la tête exceptée, dans un bain de Barèges (procédé le plus pratique et le plus économique pour les jeunes poulets, qu'il est facile de réchauffer même en hiver) ; ou 3° en les plaçant dans un appareil fumigatoire, où ils sont exposés à l'action de vapeurs sulfureuses pendant dix minutes.

Fig. 8. — *Tête de poule Brahma.*

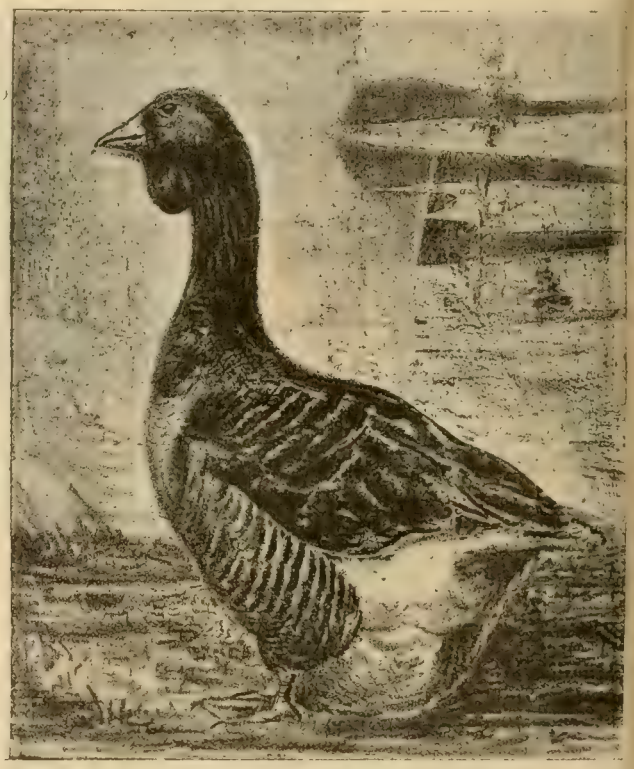


Fig. 9. — *Oie de Toulouse.*

§ 2. — **Diphtérie.**

La diphtérie, maladie éminemment contagieuse et ravageant le plus les basses-cours, atteignant surtout les sujets les moins robustes, les plus anémiques, peut être combattue par l'arrosage du sol et l'aspersion des murs du poulailler avec une solution de sulfate de fer au 1/20, ou d'eau crésylée

au 1/100, et par l'isolement des malades. Elle peut être guérie, à ses débuts, par le maintien des sujets atteints à une température de 10 à 15 degrés; l'enlèvement, répété plusieurs fois par jour, des fausses membranes et la cautérisation des plaies par le badigeonnage de la gorge au moyen de plumes imprégnées d'un mélange d'huile, de pétrole et de crésyl; par une nourriture tonique et fortifiante et l'addition de sulfate de fer (1 %) à la boisson; enfin, par une ou deux fumigations journalières de créosote ou de goudron de Norvège (ce dernier plus économique, mais moins efficace) qu'ils doivent respirer.

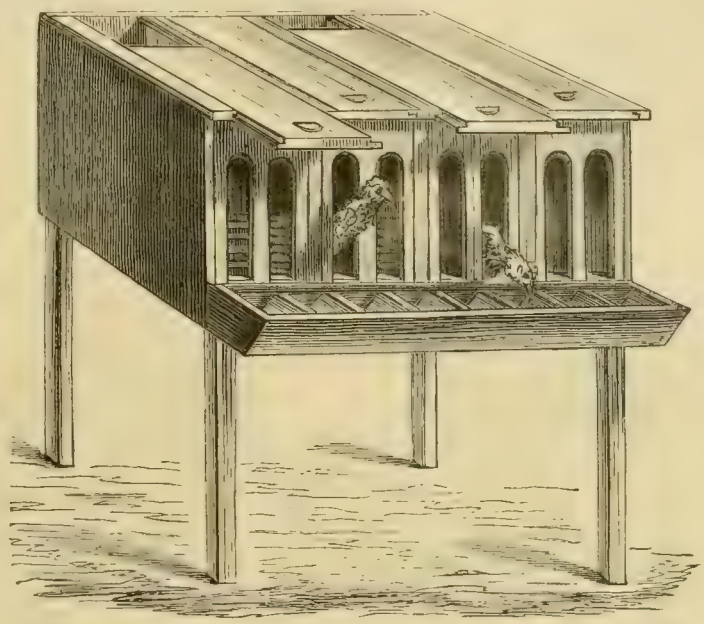


Fig. 10. — *Epinette pour l'engraissement naturel des volailles.*

§ 3. — Gape.

La *gape* est provoquée par le ver rouge (*Syngamus trachealis*), qui vit dans la trachée des faisans. Il en décimait, il y a quelques années encore, les élevages. On ne le détruit pas, car les œufs du ver, rejetés par les animaux dans leurs accès de toux, infectent tous les terrains que ceux-ci ont parcourus; mais on parvient à sauver la plupart des faisandeaux en les soumettant deux ou trois fois, jusqu'à l'âge de 5 mois, à des fumigations d'acide phénique dans un appareil fumigatoire où l'on peut les observer pendant que dure l'action des vapeurs, afin d'éviter les cas d'asphyxie. C'est là un procédé des plus recommandables et, d'ailleurs, fréquemment employé.

Fig. 11. — *Gaveuse pour l'engraissement forcé des volailles.*

§ 4. — Picage.

Le picage, perversion du goût des animaux, qui les porte à s'enlever mutuellement les plumes, peut être évité ou tempéré au moyen d'une nourriture animale et végétale variée.

Notre cadre étant restreint, nous considérerons toutes les autres affections comme secondaires, comparées à celles dont nous venons de parler, et les passerons sous silence.

IV. — Procédés d'engraissement.

Dans la production des volailles pour la consommation, l'engraissement procure un bénéfice souvent égal à celui qui résulte de l'élevage; aussi est-il pratiqué partout et acquiert-il une grande importance dans quelques centres d'élevage.

On engraisse les volailles de deux façons différentes: 1° en leur donnant une nourriture capable de satisfaire leur appétit et en les privant d'exercice : c'est l'engraissement *naturel*, pour lequel on emploie des appareils appelés *épinettes* (fig. 10), *mues*, *séminaires*, où chaque bête est seule, dans une case étroite, et placée constamment devant sa nourriture; 2° en leur ingurgitant de force, deux ou trois fois par jour, une ration beaucoup plus grande que celle qu'elles prendraient pour satisfaire leur appétit : c'est l'engraissement *forcé* ou *gavage* (fig. 11).

Fig. 12. — *Gaveuse économique pour l'engraissement de 800 volailles, ayant fonctionné au Jardin d'Acclimatation.*

Quel que soit le procédé de gavage, les animaux sont mis pendant une vingtaine de jours en épinettes et reçoivent, deux ou trois fois par jour, une ration de pâtée, croissant graduellement de 15 à 25 centilitres. Celle-ci est faite en délayant 300 grammes de farine d'orge ou de maïs dans un litre d'eau, ou mieux dans du lait écrémé ou du petit lait, qui sont relativement plus riches en matières protéiques que le lait pur.

Pendant cette période, le poids des poulets peut augmenter de 700 grammes à un kilogramme. Pour les canards, les oies et les dindons, on la prolonge ordinairement de huit à quinze jours, pendant lesquels l'augmentation est, pour le moins, proportionnelle à celle des poulets.

L'engraissement le plus rémunérateur est celui des animaux chez lesquels commence à se manifester l'instinct de reproduction, c'est-à-dire à trois mois pour les races les plus précoces de poulets et de canetons; à six mois pour les oies et les dindons. Il faut toutefois que les animaux ne soient pas anémiques, couverts de poux; que les soins de propreté ne laissent rien à désirer; que l'augmentation de la ration se fasse progressivement et ne provoque pas à ses débuts une indigestion, entravant l'assimilation pendant les quatre ou cinq jours qui suivent, enfin, que l'arrivée de la pâtée dans le jabot ne soit pas brusque.

Le *chaponage* ou castration des coqs, qui procure une chair plus fine et permet d'obtenir du même animal un poids plus élevé, est moins pratiqué aujourd'hui qu'autrefois, à cause des difficultés de l'opération et surtout de la rareté des opérateurs.

Les procédés de gavage au pâton (Sarthe), à l'entonnoir (Seine-et-Oise, Eure-et-Loir), à la bouche (Paris), sont encore suivis, mais sont remplacés de plus en plus par celui qui se fait au moyen de *gaveuses mécaniques*. Ces appareils se composent d'épinettes et de pompes compressant la pâtée et la chassant plus ou moins doucement dans le jabot de l'animal; leurs dimensions sont très variables : les uns permettent l'engraissement simultané de six volailles; d'autres, celui de deux cents sujets. Plusieurs établissements, où trois ou quatre de ces grands appareils fonctionnent ensemble, existent en France. L'engraissement est alors considéré comme une industrie spéciale. La plupart sont organisés sur le modèle de celui qui a fonctionné pendant une quinzaine d'années au Jardin d'Acclimatation (fig. 12).

V. — Développement de l'aviculture.

Il nous reste, après avoir passé en revue l'état actuel de nos procédés d'incubation, d'élevage et d'engraissement, à indiquer l'importance des transactions commerciales auxquelles donne lieu l'aviculture et le développement que ces transactions sont susceptibles de prendre.

Bien qu'on puisse trouver dans la plupart des villages toutes les espèces de volailles, chaque département semble se spécialiser dans la production de l'une d'elles. Mais, comme il sort souvent d'une basse-cour, dans le courant d'une année, trois fois le nombre de volailles adultes qui la composent, on comprend que le dénombrement des animaux soit fort difficile à faire. C'est surtout en tenant compte des envois aux grands centres voisins, à Paris et à l'Étranger, qu'on peut connaître l'importance relative des produits de chaque espèce pour un département.

A Paris, la consommation de la volaille est considérable : on en peut juger par les chiffres suivants, qui supposent que le pauvre et le riche ont une part égale. Chaque habitant aurait consommé en 1893 :

Pain	145 kg.
Viande de boucherie	65
Légumes et fruits	160
Poulets	4,319
Canards	0,521
Oies	0,835
Pigeons	0,208
Lapins	1,960
Œufs (nombre)	192

Les départements contribuant le plus à l'approvisionnement de Paris (fig. 13, page 744) sont, dans l'ordre de leur énumération, pour les :

Poulets. — Eure-et-Loir, Ain, Côte-d'Or, Eure, Loire-Inférieure, Seine-et-Oise, Saône-et-Loire, Indre-et-Loire, Loiret.

Dindes. — Eure-et-Loir, Loiret, Indre, Cher, Loir-et-Cher, Orne.

Oies. — Sarthe, Eure-et-Loir, Vienne, Indre, Cher, Loiret.

Canards. — Loire-Inférieure, Vendée, Sarthe, Eure-et-Loir, Loiret.

Pigeons. — Saône-et-Loire, Somme, Nord, Pas-de-Calais, Jura.

Voici, d'autre part, quelles ont été, en 1893, à la frontière, les transactions concernant les produits avicoles :

	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS
Volailles vivantes	1.476.746 fr.	1.942.137 fr.
— mortes	2.465.738	10.[illegible]
Pigeons vivants	3.954.022	371.[illegible]
— morts	92.424	30.[illegible]
Œufs de volaille et de gibier	6.026.542	23.251.298
Jaunes d'œufs impropres à la consommation	1.387.112	182.478
Pâtés de foie gras	458.900	1.128.390
Plumes de parure : coq et vautour	181.422	634.127
Autres blanches	6.021.081	5.262.642
Autres noires	968.486	638.928

Fig. 13. — *Carte montrant les départements où la production des poulets, dindons, oies, canards et pigeons, a pris le plus grand développement.*

Départements produisant plus spécialement des poulets.
» » » » » dindons.
» » » » » oies.
» » » » » canards.
» » » » » pigeons.

	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS
	—	—
Autres de toute autre couleur	10.832.871	15.912.918
Plumes à écrire brutes ou apprêtées	67.804	55.834
Plumes à literie (duvet et autres)	701.721	2.544.000

Notre importation de poulets et d'œufs se fait aux frontières belge et italienne, notre exportation se fait presque exclusivement sur l'Angleterre. La plupart des pigeons importés proviennent d'Italie : sur 1.385.000 kilogr. constatés à la frontière, 1.350.000 ont été vendus aux Halles de Paris, tandis que Saône-et-Loire, département qui en fournit le plus, n'en envoyait que 30.000 kilogr.

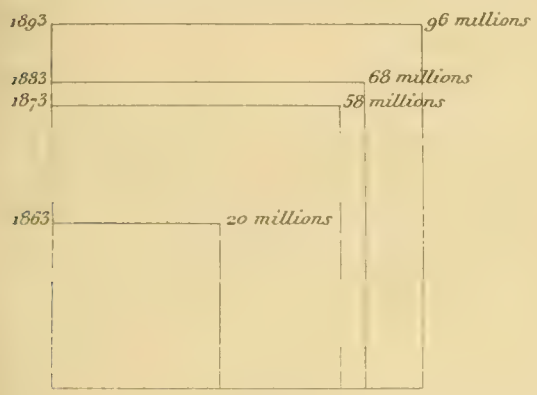


Fig. 14. — *Valeur en francs des œufs consommés en Angleterre.*

Nos importations de volailles et d'œufs vont en se restreignant continuellement ; nos exportations augmentent, au contraire, d'année en année. Cependant, nous nous laissons distancer par les Belges dans l'approvisionnement de l'Angleterre. Les quantités de volailles et surtout d'œufs réclamés par l'Angleterre à l'Étranger augmentent dans des proportions considérables (fig. 14) et notre exportation ne suit pas, il s'en faut de beaucoup, cette progression (fig. 15).

Bien qu'ayant progressé et s'étant développée très rapidement, la production avicole peut encore être augmentée et améliorée.

Quelques établissements modèles, les journaux spéciaux et les ouvrages d'aviculture de différents auteurs ont été, pendant longtemps, seuls à contribuer à la vulgarisation des meilleurs procédés. On a, depuis quelques années, créé deux écoles pratiques d'Aviculture dans deux établissements privés, à Gambais (Seine-et-Oise) et à Sanvic, près du Havre, et organisé, en principe du moins, l'enseignement de l'Aviculture dans toutes les Écoles d'Agriculture. Des encouragements sont accordés par le Gouvernement à la production des reproducteurs sélectionnés dans les concours agricoles. Trois associations : la Société des Aviculteurs français, la Société Nationale d'Aviculture à Paris, et la Société des Aviculteurs du Nord, à Lille, organisent des expositions et concours spéciaux, à la suite desquels ces Sociétés décernent aussi des prix.

La diffusion des méthodes perfectionnées se

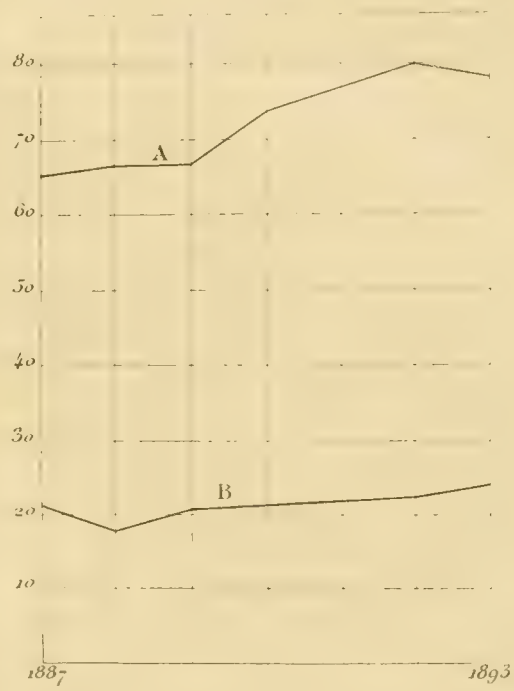


Fig. 15. — *Courbes représentant en millions de kilogrammes : A, les importations d'œufs en Angleterre ; B, les importations d'origine française.*

fait néanmoins lentement dans les campagnes. Cela tient à l'inaction des Sociétés d'agriculture régionales, ainsi qu'au manque d'études spéciales pour chaque région et de démonstrations pratiques.

Quant aux mesures qui auraient pour résultat d'augmenter la production des animaux de basse-cour, ce sont celles — comme pour la production des légumes, des fruits, du lait, du beurre et du fromage — qui favoriseraient l'arrivage rapide et à bon compte des produits sur les lieux de consommation, tant en France qu'à l'Étranger ; ce seraient, en outre, la diminution ou la suppression des droits d'octroi et les facilités accordées au producteur pour qu'il puisse ne pas subir les exigences des intermédiaires.

Ch. Voitellier,
Ingénieur agronome,
Professeur spécial d'Agriculture à Meaux

627

LA NAVIGATION DE LA LOIRE

Il n'est question depuis quelque temps, entre Orléans et Nantes, que de comités d'initiative, de réunions des comités, de banquets en l'honneur de la transformation de la Loire. Nous ne voulons point entreprendre ici une discussion économique sur la concurrence des chemins de fer et des voies navigables, bien que le grand développement de celles-ci en Allemagne, depuis 1870, puisse donner à réfléchir; notre but est seulement de dégager les points principaux de la question technique, en ce qui concerne notre grand fleuve central.

Il est de notoriété publique que l'abondance des sables, les déplacements qu'ils subissent, créent le grand obstacle à la navigation de la Loire. Il faut donc, tout d'abord, s'enquérir de leur origine, de l'importance des nouveaux arrivages au lit du fleuve, du volume solide débité chaque année aux divers points de celui-ci, et des moyens à employer pour améliorer la situation sous ce rapport.

Mais, alors même qu'on parviendrait à diminuer les apports de sables, les mouvements irréguliers résultant des crues pourraient suffire pour bouleverser le chenal; on a donc à rechercher quel est le meilleur tracé à adopter pour les rives. En même temps s'impose la question de la division en biefs, car cette division a seule permis de faire de la Seine l'admirable fleuve qu'on connaît, bien que le problème à résoudre fût beaucoup plus facile que celui de la Loire.

Ainsi donc, nous devrons nous occuper successivement : *des sables*, *du tracé des rives*, *du profil en long*.

I. — Les sables de la Loire.

Cette première question a été surtout traitée par M. Comoy, chargé d'études sur l'ensemble du bassin de la Loire après la grande inondation de 1856. Son mémoire a été seulement autographié, et il est très regrettable qu'il n'ait pas reçu une plus large publicité, car il résume des recherches on ne peut plus consciencieuses, dues à un homme de très grand mérite. Nous allons en reproduire les passages principaux, en les résumant :

Le lit de la Loire offre, dans sa partie supérieure, tous les caractères de la mobilité, et ces caractères sont encore plus prononcés dans le lit de l'Allier. Les berges sont corrodées dans toutes les courbes concaves, des atterrissements se forment le long des rives convexes, et en définitive la forme et la position du lit se modifient incessamment. Une masse considérable de matières tombe dans ce lit chaque année, par suite des corrosions. Il résulte des métrages faits sous la direction de M. Comoy, qu'en 1856 il y a eu effondrement de 448.684 mètres superficiels de rives de la Loire supérieure, en amont du Bec d'Allier; le cube correspondant a été de 1.554.782. Dans la même année 1856, les surface et cube ont été pour l'Allier de 2.255.319 mètres superficiels et 6.311.454 mètres cubes.

Les terres ainsi jetées au fleuve et à son principal affluent se composent d'argile, de sable et de gravier. La proportion de ces deux derniers est de 67 centièmes dans la Loire supérieure et de 57 centièmes dans l'Allier; l'argile entre en suspension dans l'eau et est emportée par les courants, qui en déposent une partie en route. Les sables et graviers, en réunissant les nombres relatifs à une longue période, constituent un apport annuel moyen de 2.300.000 mètres cubes, livrés à l'action des eaux en amont du Bec. Mais tout n'entre pas dans le courant des sables et graviers entraînés au loin; la plus grande partie se dépose sur les grèves voisines et, à la longue, se colmate par le mélange de vases reprises aux eaux des crues. Il en résulte un travail de reconstitution des terres riveraines qu'on observe sur toute la longueur de la Loire supérieure et de l'Allier; s'il ne se faisait pas, il y a longtemps que les plaines submersibles de ces cours d'eau seraient complètement anéanties. On a reconnu que celles de la Loire supérieure auraient été entièrement détruites en deux mille ans et celles de l'Allier en deux cents ans. Cependant ces plaines existent encore; elles ont donc dû se reformer. Mais les surfaces des nouveaux terrains cultivables n'égalent pas celles qui ont été détruites, car les lits de la Loire supérieure et de l'Allier ont pris un excès de largeur incontestable (on rencontre souvent des largeurs de 400 à 600 mètres sur le fleuve, de 800 à 900 sur l'affluent).

Les reconstitutions de terrains à de petites distances n'en constituent pas moins une cause importante de réduction du volume des sables voyageurs, et la quantité annuelle se trouve certainement réduite au-dessous de l'Allier à moins de moitié des 2.300.000 mètres cubes. — M. Comoy, après avoir démontré qu'il n'y a qu'un très petit cube à descendre *actuellement* des montagnes et collines aux lits de l'Allier et de la Loire, fait allusion aux personnes qui portent à des chiffres de fantaisie le débit solide du fleuve; il constate qu'il « serait difficile de trouver l'origine d'une masse « de sable atteignant chaque année plusieurs mil-

« lions de mètres cubes. Tout porte à penser que « le chiffre de 1 million représente mieux l'impor- « tance du phénomène » (immédiatement en aval du Bec d'Allier).

De ce dernier volume il faut retrancher celui des matières extraites par les riverains. Les documents relevés montrent que ce retranchement doit être de 600.000 mètres cubes. Reste donc 400.000 mètres pour le volume solide versé à la Loire maritime, année moyenne, en sus du limon.

En résumé, on aurait à compter avec un volume d'environ 700.000 mètres cubes de sables et graviers à Orléans et avec 400.000 mètres cubes à Nantes.

En rapprochant ces deux chiffres, on comprend qu'il doit y avoir une grande différence dans la pente *kilométrique* du lit entre Orléans et Tours d'une part, entre Angers et Nantes d'autre part.

Si l'on fixe les rives de la Loire supérieure et de l'Allier, une différence existera toujours entre les pentes, mais les déclivités du lit qui sont actuellement, du Bec à Nantes, en rapport avec les débits solides totaux, 1.000.000 à une extrémité et 400.000 à l'autre, s'abaisseront en raison de la diminution des sables et graviers. Cette question se représentera au chapitre III.

II. — Le tracé des rives.

Il y a soixante ans, on a établi dans le lit de la Loire des digues de rétrécissement. Elles sont venues s'ajouter aux digues hautes, bien plus anciennes, dites insubmersibles, que nos ancêtres ont élevées pour se défendre contre les crues. On sait que le prétendu remède a été pire que le mal, mais c'est un sujet qui demanderait un article spécial et que nous ne traiterons pas ici. — Les digues construites dans le lit suivent des tracés arbitraires et elles sont discontinues; elles n'ont pas amélioré la Loire, et l'on sait maintenant qu'il faut régulariser les rives au moyen de digues continues, suivant des tracés très étudiés.

C'est à M. Fargue, aujourd'hui Inspecteur général des Ponts et Chaussées, que revient l'honneur d'avoir posé les règles de ces tracés et d'avoir expérimenté ces règles avec le plus grand succès sur la Garonne.

La Garonne a été pourvue, vers 1840, d'endiguements continus et réguliers entre Agen et le département de la Gironde, et même un peu plus bas, principalement par Baumgarten; mais on ne se doutait pas alors des conditions à suivre dans le détail des tracés; on faisait succéder des courbes courtes à de longues courbes bien développées, on donnait la même largeur au lit aux points de passage du thalweg d'une rive à l'autre et aux points où le courant s'appuie nettement à une rive, etc. Il semble aujourd'hui qu'il était élémentaire de resserrer la rivière lorsque la profondeur tend à s'égaliser (points de passage d'une rive à l'autre), mais on sait depuis longtemps qu'en toutes choses les considérations les plus simples viennent les dernières à l'esprit. — Finalement, la Garonne n'a pas été sérieusement améliorée au point de vue de la navigation, mais les propriétés riveraines ont été garanties contre les divagations du fleuve; c'est beaucoup, mais le but principal a été manqué. — Appelé plus tard à endiguer une partie de la Garonne dans le département de la Gironde, M. Fargue reprit la question *ab ovo*, en basant ses études sur les résultats des travaux de ses devanciers. Entre les bourgs de Gironde et de Barsac, le lit est fixé depuis longtemps par une suite non interrompue de travaux; c'est là principalement qu'ont porté ses observations : le fond est partout composé de sable et de gravier; les vingt-deux kilomètres étudiés présentent 17 courbes de 1.330 mètres de longueur moyenne. M. Fargue a reconnu que les plus longues courbes, de même que les plus courtes, étaient loin de correspondre au meilleur chenal; il y a donc une certaine longueur moyenne dont il faut s'écarter le moins possible. Il a reconnu aussi que le profil en long du thalweg ne présente de régularité que si la courbure varie graduellement; tout changement brusque occasionne une diminution brusque de profondeur. Enfin, l'observation a également montré que le rétrécissement aux points d'inflexion amène l'abaissement des sommets du chenal.

Quasi-uniformité des longueurs des courbes, variation graduelle des courbures dans chaque courbe et raccordement bien ménagé d'une courbe à l'autre, rétrécissement aux points d'inflexion, telles sont en définitive les lois principales (nous ne pouvons entrer ici dans les détails). Il va sans dire que telle longueur de courbe, convenant bien pour une section de rivière, ne conviendrait plus pour une section éloignée de la première, et encore moins pour un autre cours d'eau. Pour la Loire, la première chose à faire est de trouver, dans le dédale des digues tracées sans idées générales, quelques passages se rapprochant des conditions voulues et pouvant servir de base à la détermination de la longueur de courbe dans chaque section, par exemple de la Maine à Nantes, partie qu'on jugera sans doute nécessaire d'attaquer la première. La largeur normale sera plus facile à fixer. Ensuite il faudra procéder à un essai comprenant deux ou trois courbes, afin d'être en mesure de se rectifier avant d'engager sérieusement les dépenses.

Les études de M. Fargue l'ont conduit à des projets dont l'exécution a procuré les résultats suivants, dans une section de la Garonne peu éloignée de celle qui a servi de base à l'établissement des lois dont nous avons donné un aperçu : au passage de Cadroit, où la profondeur n'était que de 1 mètre, on a obtenu $2^{m}90$ sous l'étiage; sur la passe de Mondiet, au lieu de $0^{m}75$, on est arrivé à $2^{m}20$. Les nouvelles profondeurs se sont maintenues; on n'a eu à draguer que très exceptionnellement, lorsqu'un petit amoncellement de gravier s'était formé à la fin d'une crue.

Mais il faut aussi étudier la question des pentes longitudinales du cours d'eau et de son lit, question dont s'est principalement occupé l'auteur du présent article. Il ne faut pas compter qu'après les travaux la pente totale, de l'origine à la fin d'une courbe, puisse en général se maintenir telle quelle, puisque cette pente est un effet dont on modifie les causes. Les travaux de M. Fargue ont été suivis d'une diminution de la pente, diminution qui s'est révélée par l'abaissement de l'étiage sur le radier de l'écluse d'embouchure du canal latéral, à Castets. Comme les travaux de cet ingénieur ne s'étendent pas sur une grande longueur de Garonne, le changement de la pente n'a pas eu assez d'importance pour avoir des effets nuisibles dans ce fleuve lui-même; mais on peut dire qu'il serait impossible de maintenir des travaux bien faits sur toute la longueur d'un cours d'eau qu'on ne diviserait pas en biefs, si le lit ne présentait pas de points fixes (roches, radiers de ponts). En effet, supposons que la pente du lit se réduise de $0^{m}10$ par kilomètre; au bout de 200 kilomètres, cela ferait 20 mètres, et longtemps avant la réalisation d'un tel abaissement les rives se seraient effondrées. Il y a donc toute une étude nouvelle à faire; ce sera l'objet du chapitre suivant.

III. — Le profil en long.

Les déclivités moyennes de la Loire sont, aux basses eaux, par kilomètre :

Du Gerbier de Jonc à Retournac	$7^{m},41$
De Retournac à Roanne	1.77
De Roanne au Bec-d'Allier	0.58
Du Bec-d'Allier à Briare	0.45
De Briare à Orléans	0.41
D'Orléans au Cher	0.37
Du Cher à la Vienne	0.28
De la Vienne à la Maine	0.20
De la Maine à Nantes	0.16

Les vitesses moyennes suivent une marche décroissante analogue, qu'indique le tableau I ci-joint.

On a vu que le *débit de sable* est beaucoup plus considérable dans le haut que dans le bas de la Loire; comme, d'ailleurs, le *débit moyen d'eau* varie dans le sens inverse, la vitesse devait intervenir pour établir un équilibre mobile dans le lit. Supposons un cours d'eau amené par des dragages à avoir un lit peu incliné, malgré l'arrivée incessante de nouveaux sables; les vitesses seront trop faibles pour transporter annuellement vers l'aval un volume égal à celui qui viendra s'ajouter aux existences antérieures. Il y aura donc encombrement. Mais cet encombrement aura pour effet d'augmenter la pente et, par suite, la vitesse des eaux; on arrivera donc tôt ou tard à l'équilibre mobile du lit, le débit de sable étant fonction de la vitesse de l'élément liquide.

Tableau I. — Vitesse moyenne.

SECTIONS DU FLEUVE	VITESSES AU MOMENT DE L'ÉTIAGE	VITESSES A 3^{m} AU-DESSUS DE L'ÉTIAGE
Briare à Orléans	0.60	1.94
Orléans au Cher	0.57	1.76
Le Cher à la Vienne	0.55	1.68
La Vienne à la Maine	0.40	1.32
La Maine à Nantes	0.35	1.12

Mais si, au lieu d'un cours d'eau théorique, nous considérons la Loire, telle que la Nature et les hommes l'ont faite, nous devons nous préoccuper des moyens d'augmenter sa profondeur sans augmenter la vitesse des eaux, et, si c'est possible, en la diminuant. Or, les deux effets peuvent concorder, car la vitesse diminue avec l'augmentation de la section, et cette augmentation résultera de l'amoindrissement de la pente, élément dont la marche a lieu dans le même sens que les variations de la vitesse. La diminution de la pente étant une conséquence des tracés de M. Fargue, en même temps que l'augmentation du mouillage, nous voyons que tout se combine pour assurer l'avenir de la navigation, à la seule condition de garantir les rives contre l'effondrement en ne permettant pas à la diminution de la pente de cumuler ses effets sur de trop grandes longueurs. Cela revient à dire qu'il faudra diviser la Loire en biefs au moyen de barrages annulant de distance en distance l'abaissement du lit. Nous avons appelé ces futurs ouvrages *barrages de soutènement du lit*, parce qu'à leur amont le lit sera maintenu à son ancien niveau, tandis qu'à leur pied se trouvera la profondeur résultant des réductions de pente cumulées de tout le bief aval. Si la pente kilométrique entre la Maine et Nantes est ramenée à 0,06, au lieu de 0,16, on aura à répartir $0^{m}10 \times 80$ kilomètres, ou 8 mètres entre les barrages de soutènement. Ceci est indépendant des parties mobiles

dont on pourra surmonter les barrages afin d'augmenter les profondeurs en temps de basses eaux; il serait possible de revivifier la navigation de la Loire, quoique dans une plus faible mesure, en se contentant des barrages fixes. Ceux-ci n'auraient aucun des inconvénients des anciens barrages fixes de nos rivières, qui étaient des saillies au-dessus du lit naturel, tandis qu'il s'agit maintenant de barrages soutenant le lit à son ancien niveau, en quelques points, tandis que ce lit serait abaissé partout ailleurs. Dans tous les cas, de courtes dérivations éclusées seraient nécessaires auprès de chaque barrage.

Une remarque essentielle doit être faite : M. Fargue est arrivé à de grands résultats, dans la courte section de Garonne qu'il a traitée, par le seul perfectionnement du tracé des rives; il ne serait donc pas impossible d'arriver à rénover la navigation de la Loire, actuellement presque nulle, en n'ajoutant au procédé Fargue que l'établissement des barrages de soutènement du lit; mais combien plus importante serait la transformation du fleuve si les nouveaux arrivages solides à son lit étaient diminués dans une forte mesure ! On y arriverait par la seule défense des berges de l'Allier, ou mieux par le règlement des rives de cet affluent, de manière à le régulariser en même temps qu'on mettrait fin à la démolition de ses berges.

Les idées qui viennent d'être exposées sont maintenant entrées dans l'enseignement, comme le montre le passage ci-dessous du cours d'*Hydraulique* de M. Flament à l'Ecole des Ponts et Chaussées, publié dans l'*Encyclopédie des Travaux publics* :

« ... La correction des rivières par l'établissement de digues longitudinales a les conséquences « suivantes : l'abaissement des hauts fonds du « thalweg; la diminution de la pente et l'abaissement de l'étiage vers l'amont.

« Cet abaissement peut produire en amont : ou « la chute des rives, si elles ne sont pas suffisamment protégées, ou bien des rapides raccordant « l'ancien niveau avec le niveau abaissé. Ces « désordres ne peuvent être évités que si l'on établit dans le lit des barrages de soutènement, ou « seuils résistants, en des points convenablement « choisis. La construction de ces seuils peut, d'ailleurs, être complétée par l'établissement de « hausses ou barrages mobiles augmentant le « tirant d'eau et les chutes à racheter par des « écluses.

« Chacun de ces barrages de soutènement du « lit localise en un point l'effet de la diminution « de pente produite par le règlement des rives. »

IV. — Conclusions.

On voit que la *question de la Loire* n'est plus ce qu'elle a été longtemps; les bases de la transformation sont posées, et il ne reste qu'à procéder avec méthode à la rédaction des projets et à l'exécution des travaux.

Malheureusement, il y a toujours des craintes à concevoir en ce qui concerne les digues dites insubmersibles, établies dans la plaine sur les deux rives du fleuve, d'une manière presque continue à partir d'Orléans. En 1856, Nantes a été inondée en partie, malgré l'effet des nombreuses ruptures de digues qui ont amené l'abaissement du maximum. On a, depuis, beaucoup travaillé à la consolidation de ces digues, dites insubmersibles; si elles ne se rompaient plus, les circonstances météorologiques de 1856 revenant, il y aurait de grands désastres dans notre malheureux port de l'ouest : l'Hôtel-Dieu, établi dans une île, serait emporté, etc., etc. [1].

M.-C. Lechalas,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.

[1] Toutes les digues dites insubmersibles se sont rompues en 1856. L'effet des déversoirs de superficie établis sur quelques parties des digues depuis cette époque, serait loin de compenser l'absence des ruptures.

665,3

LES GRAISSES VÉGÉTALES DES COLONIES FRANÇAISES

LEUR SYNTHÈSE NATURELLE ET LEUR SYNTHÈSE INDUSTRIELLE

Les graines grasses à huiles ou à graisses concrètes (*beurres*, *graisses*, *cires végétales*) sont trop utiles à l'industrie pour ne pas prendre une place prépondérante dans les préoccupations de ceux qu'intéressent le développement de nos Colonies françaises tropicales et la mise en œuvre industrielle de leurs richesses naturelles. Il est incontestable qu'à l'heure actuelle les graines coloniales constituent le principal appoint de nos industries de la savonnerie et peut-être de la stéarinerie, en tant que matières premières capables de donner des corps gras [1]. Le fait n'a rien de surprenant si l'on veut bien remarquer que c'est seulement sous le soleil des tropiques que se forment, à l'exception des produits des *Myrica*, les graines donnant des huiles concrètes, si appréciées des fabricants de savons, et que c'est encore sous ces climats favorisés que l'on compte, sur un nombre déterminé de végétaux producteurs, le plus de graines grasses dont la richesse en huile permette une exploitation rémunératrice. Il semble donc qu'il y ait une corrélation entre la densité des corps gras dans les graines végétales et la température moyenne annuelle du milieu où elles se sont formées, l'abondance et la densité de ces corps gras augmentant avec la moyenne thermique. Ces deux faits suffisent à expliquer l'état actuel de nos industries basées sur l'utilisation des huiles liquides ou concrètes, c'est-à-dire leur tendance de plus en plus marquée à devenir tributaires de nos possessions tropicales. Il en résulte naturellement que, notre domaine colonial s'accroissant chaque jour, le devoir de ceux qui se préoccupent des approvisionnements de nos industries nationales est de rechercher, dans ces régions chaudes, les nouveaux produits de cet ordre qui pourraient augmenter la puissance desdites industries et surtout diminuer la dépense qu'occasionne forcément leur approvisionnement à longue distance de la métropole.

Cette pensée m'a conduit à consacrer quelques recherches à ce genre de produits dans nos colonies les plus récentes comme le Congo et le Gabon, et même dans nos colonies les plus anciennes et les moins connues à ce point de vue, comme la Guyane. Je compte publier prochainement les résultats de ces recherches, avec l'espoir que, pour la plupart des graines que j'étudie, mon but sera atteint; j'ai la certitude qu'il le sera pour quelques graines qui, sous mon impulsion, ont déjà fait à Marseille leurs preuves industrielles. J'ai à cœur, en effet, de signaler, d'abord à l'attention des industriels, ensuite aux savants que ces questions intéressent à un autre point de vue, des graines grasses inconnues ou peu connues, leur rendement en corps gras (*huile* ou *beurre*), la nature et l'emploi possible de ces corps gras, la richesse de leur tourteau, les meilleures conditions de leur exploitation [1]. Je ferai précéder ces données de tout ce qui touche à l'histoire botanique des végétaux producteurs de ces graines. Ce travail sera poursuivi, et il devra l'être, dans les régions que nous annexons à la France (Madagascar par exemple), jusqu'au moment où, la synthèse des corps gras étant connue, nous aurons, par des moyens simples et nouveaux, la possibilité de réaliser, au sein de nos laboratoires industriels, la formation des graisses telle qu'elle se produit au milieu des tissus végétaux ou animaux les plus simples et les plus variés.

I

Cette possibilité est théoriquement entrevue aujourd'hui, et il ne manque plus, semble-t-il, comme consécration aux considérations chimiques qui permettent de comprendre cette formation, qu'une expérimentation heureuse, un tour de main favorable qui en rende la réalisation pratique. Voici, en ce qui me concerne, à la suite de quelles considérations j'ai engagé des recherches en vue de cette réalisation et comment il me semble permis de comprendre la formation des corps gras dans la cellule vivante, au moins chez les Végétaux.

Les corps gras, liquides ou solides, et la fécule jouent, dans les graines où l'industrie va les chercher, un rôle si considérable qu'on comprend aisément comment, dans une certaine mesure, ces produits, — véritables réserves alimentaires mises en œuvre pendant la germination pour la nutrition de l'embryon, — peuvent se remplacer l'une l'autre dans différentes graines. Ces réserves ont entre elles des liens multiples tant d'origine que d'utilisation ultérieure dans la graine, et cependant il semble, d'après les idées courantes, que ces

[1] Actuellement les graines coloniales le plus souvent exploitées par nos industries sont celles de coco (coprah), de sésame, d'arachide, de coton et des illipés, de ricin, de palmiste; mais il en existe bien d'autres qui pourraient entrer utilement en concurrence avec elles et changer la face de ces industries.

[1] Ce travail paraîtra vers la fin de la présente année dans les *Annales* de l'Institut colonial de Marseille.

deux produits s'excluent le plus souvent l'un l'autre. Il est, en effet, ordinairement admis que les semences se divisent en graines *grasses* et en graines *féculentes;* mais il n'y a, dans ces dénominations, qu'une constatation de la prédominance de l'une de ces réserves sur l'autre. Les graines féculentes ne sont pas toujours exemptes de matières grasses (maïs, etc.), et il arrive quelquefois que les graines grasses renferment des fécules, même en abondance, comme le *Coula edulis* Baillon ou *noisette du Soudan*, l'*Entada gigalobium*, etc. Il semble donc que la formation de ces deux réserves, dans les mêmes tissus et au sein de la même cellule, est due à des phénomènes biologiques et à des conditions chimiques semblables, puisqu'elles peuvent se réaliser simultanément dans les mêmes milieux et avec les mêmes organes. On sait, en outre, que l'une des formes de ces réserves hydrocarbonées, l'huile par exemple, comme l'a démontré M. Van Tieghem dans le ricin, peut passer à l'autre (*fécule*), dans certaines conditions spéciales il est vrai, durant la germination de l'endosperme séparé de l'embryon. Il y a donc des relations étroites entre les deux formes principales sous lesquelles les matières ternaires se mettent en réserve dans les graines, et il résulte, en outre, des récentes recherches de M. Leclerc du Sablon[1] que ces réserves, tout en étant digérées pendant l'acte germinatif de façons différentes, donnent les mêmes produits assimilables par la plante. Il est dès lors permis d'admettre que la synthèse industrielle des corps gras deviendra possible, quand on aura pu, tout d'abord, comme le fait la Nature, transformer avec nos moyens de laboratoire l'une de ces réserves en l'autre (la fécule en graisse), ce qui ne semble pas irréalisable à priori, puisque l'on sait que l'une et l'autre proviennent du *glucose* préexistant dans la cellule végétale, et que, pendant la germination, la fécule et les corps gras se transforment en glucose, qui sert seul à alimenter la plantule. Ces réserves (*corps gras* et *fécule*) proviennent donc du glucose, subissent les conditions de la vie latente et retournent à l'état primitif de glucose.

Comment peut-on chimiquement donner une explication acceptable de ces formations? Voici une de celles qu'en l'état de nos connaissances actuelles, j'ai cru pouvoir adopter et que je donne comme simple déduction basée sur quelques faits bien démontrés.

On admet que l'*aldéhyde méthylique*, dont la synthèse a été réalisée par l'étincelle électrique agissant sur l'*oxyde de carbone* et l'eau, peut se produire dans les tissus végétaux par l'action directe de l'eau (H^2O) sur le carbone mis en liberté par l'action chrophyllienne. Or, les aldéhydes jouissent de la propriété de se polymériser facilement; on peut donc admettre que l'*aldéhyde méthylique* subisse dans la cellule végétale des phénomènes de polymérisation. Parmi les polymères possibles de cet aldéhyde se trouve l'*aldéhyde glycérique* ($C^3H^6O^3$) et les *glucoses*, dont la formule brute générale est $C^6H^{12}O^6$. Les travaux de Grimaux et de Fischer ont montré que, sous l'influence des bases, l'*aldéhyde méthylique* et l'*aldéhyde glycérique* sont susceptibles de se polymériser en donnant des glucoses artificiels et même, après certains détours, des glucoses naturels (*dextrose* et *lévulose*); il est donc permis de supposer que, dans les végétaux, l'*aldéhyde méthylique* et son produit de condensation, l'*aldéhyde glycérique*, sont la source des sucres naturels et par suite aussi des matières amylacées qui en dérivent incontestablement.

II

Pour les corps gras, leur origine glycosique directe est plus difficile à expliquer, et, cependant, on est conduit à l'admettre par ce fait, actuellement démontré, que, dans l'acte de la germination, des acides gras (probablement sous l'influence d'un ferment non isolé jusqu'ici) se forment directement aux dépens de l'huile ou des graisses, sans donner naissance à de la glycérine. Par un simple phénomène protoplasmique lié sans doute à la respiration, les corps gras de la graine s'oxydent et donnent, comme premier produit d'oxydation, des *saccharoses*, puis, sous l'influence d'une diastase, des *glucoses*. Il n'y aurait donc rien d'étonnant que, par un phénomène inverse de désoxydation réductrice, ces sucres retournassent à l'état de corps gras directement, comme les corps gras passent à l'état de glucose durant la germination, d'après M. Leclerc du Sablon.

D'autre part, si l'on admet, ce qui est plus rationnel, la nécessité d'une production simultanée de la glycérine et des acides gras pour former, par leur combinaison dans la cellule végétale, les glycérides qui y constituent les divers corps gras, on peut admettre, fait parfaitement établi, que l'*aldéhyde glycérique* ($C^3H^6O^3$), par des influences hydrogénantes, est susceptible de donner de la glycérine, base de tous les corps gras. On peut s'expliquer, en outre, la genèse des acides gras, dont les éthers glycériques constituent les principes gras naturels, en considérant qu'une action oxydante exercée sur l'*aldéhyde méthylique* donne de l'*acide formique*, qui est le premier terme de la série des acides gras; les homologues supérieurs s'en déduisent peut-être par la réaction générale qui, en présence de l'acide cyanhydrique (il se forme

[1] *Revue générale de Botanique*, t. VII, 1895, p. 165.

très facilement dans les végétaux [1]), donne le nitryle correspondant, que les agents d'hydratation (certains ferments, par exemple), transforment en acide homologue immédiatement supérieur.

D'après cette dernière théorie, dont la seconde partie ne concorde pas, il faut le reconnaître, avec les termes actuellement connus de la transformation des corps gras par l'acte germinatif dans la graine [2], l'*aldéhyde glycérique*, produit probable de polymérisation de l'*aldéhyde méthylique*, pourrait être considéré comme le générateur commun des matières grasses et des matières amylacées. Si cet *aldéhyde glycérique* se trouve soumis, au moment de sa formation, à une action hydrogénante (réductrice), il donne de la glycérine et par suite des matières grasses; si, au contraire, il est soumis à une action alcaline, il donne des glucoses, et par suite des matières amylacées.

III

Il est donc permis d'entrevoir, d'après la première de ces théories, qu'en partant du glucose (issu industriellement de la fécule) on pourrait, par une succession de désoxydations et de fermentations diastasiques, arriver aux corps gras. C'est peut-être par cette voie que le grand problème industriel de la fabrication des corps gras sera résolu. Quant à la seconde théorie, elle ne paraît pas devoir conduire à des résultats pratiques, au moins à l'heure actuelle, même au cas où elle permettrait la réalisation d'un corps gras dans le laboratoire de chimie, ce qui n'a pas été fait encore. En ce qui me concerne, toutes les tentatives expérimentales que j'ai pu faire dans ce sens ont complètement échoué, malgré la persistance que j'ai pu mettre à varier les procédés d'hydratation et d'oxydation en vue de conduire l'*aldéhyde méthylique* jusqu'à l'état d'acide gras ou de glycérine. Je n'ai pas été plus heureux dans mes recherches faites en vue de transformer directement le glucose en corps gras. D'autres seront sans doute plus heureux ou plus habiles.

En somme, il ne reste debout de tout cet exposé qu'une théorie n'ayant jusqu'ici d'autre valeur qu'une conception de l'esprit en vue d'expliquer des faits dont la réalité est incontestable. Il y a loin de là à une application industrielle, et un long temps s'écoulera sans doute encore avant que celle-ci ou toute autre ait reçu la consécration expérimentale, seule capable de servir de base à une industrie nouvelle. Toutefois, les théories servent quelquefois à éclairer la voie des recherches, aussi ai-je cru devoir exposer l'une de celles qu'on peut concevoir comme répondant aux faits actuellement connus. Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, comme je l'ai dit au début, c'est que les graines végétales indigènes ou exotiques seront pendant longtemps encore, selon toute probabilité, le réservoir commun où nos industries nationales puiseront les corps gras qu'elles mettent en œuvre, et, dès lors, il convient de faire, avec le plus de détails possibles, l'inventaire et l'histoire de celles qui sont peu connues ou inconnues.

Mû par un sentiment de gratitude bien naturel, je tenterai cet essai avec le désir de venir en aide aux industriels marseillais, tant savonniers que stéarineurs, dont les souscriptions volontaires, jointes à celles des autres négociants et industriels, m'ont permis de créer à Marseille un Musée et un Institut de recherches coloniales. En raison même de la situation de Marseille au point de confluence de tous les services maritimes qui desservent nos colonies; en raison du développement constant que prend l'industrie des corps gras dans cette ville, les fabricants marseillais doivent profiter les premiers des données utilisables que ce travail pourra fournir. Je désire vivement qu'il en soit ainsi et je serais heureux s'il m'était permis de payer en partie, de cette façon, la dette de reconnaissance que j'ai contractée vis-à-vis de ces généreux donateurs. Ils trouveront au Musée Colonial toutes les matières grasses avec les graines dont elles proviennent et les dérivés que j'ai pu en faire extraire [1].

Dr Edouard Heckel,
Directeur de l'Institut Colonial,
Professeur à l'Université
de Marseille-Aix.

[1] A l'appui de cette appréciation, voir un travail récent de M. Treub « Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique, dans le *Pangium edule* (*Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg*, vol. XIII, 1re partie). »

[2] Dans l'acte germinatif, les corps gras donnent naissance à des *acides gras*, mais jusqu'ici on n'a pas trouvé le second terme de ce dédoublement, c'est-à-dire la glycérine.

[1] M. le Pr Heckel, qui publiera à la fin de cette année, dans les *Annales de l'Institut Colonial* fondé par lui à Marseille, un travail de longue haleine sur les *Graines grasses peu connues ou inconnues de nos Colonies françaises*, a bien voulu nous communiquer l'introduction qu'il joindra à ce mémoire. En raison de l'importance de la question traitée, et malgré l'incertitude où nous sommes, des réactions qui s'accomplissent dans la cellule vivante, nous avons cru être agréable à nos lecteurs en leur donnant dès à présent connaissance du sens dans lequel l'éminent professeur a déjà orienté les travaux de l'*Institut Colonial*.

Note de la Direction.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Appell (Paul), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Traité de Mécanique rationnelle.** *Tome II :* **Dynamique des systèmes. Mécanique analytique.** — 1 *vol. gr. in-8. de* 528 *p. avec* 99 *fig.* (*Prix* : 16 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Le Tome II du beau Traité de Mécanique de M. Appell s'ouvre par un chapitre relatif à la dynamique analytique du point qui, bien que constituant par sa nature une sorte de prolongement du Tome I, peut être considéré aussi comme une introduction à la Dynamique analytique des systèmes, exposée dans ce Tome II; il permet, en effet, au lecteur de faire, sur le cas le plus simple, une première connaissance avec les principes si délicats de cette science.

Le reste du volume contient l'exposé didactique de la Dynamique des systèmes, le plus complet et le plus rigoureux, en même temps que le plus intéressant, qui ait sans doute, jusqu'à ce jour, été offert aux étudiants.

A titre d'observation générale, constatons tout de suite que, si, sous la plume d'un Géomètre tel que M. Appell, le côté purement analytique de la théorie est loin de perdre de son importance, ce n'est en aucune façon au détriment du côté mécanique. Cette constatation n'est pas inutile, alors que les auteurs qui traitent de la Mécanique analytique ont parfois une tendance assez marquée à se cantonner dans le domaine des spéculations abstraites. Il ne faut pas que la beauté de l'outil qu'a mis entre nos mains le génie des fondateurs de la Mécanique analytique, en captivant notre attention, nous fasse perdre de vue le but auquel il est destiné, à savoir de défricher le champ si vaste de la Mécanique. Avec M. Appell ce danger n'est pas à craindre. Il nous semble, tout au contraire, que jamais encore on n'ait groupé tant d'applications de la théorie et de si variées, ni qu'on en ait poussé la discussion aussi à fond. Non content d'ailleurs de donner dans le texte même de son livre toutes ces applications, M. Appell en fait connaître, sous forme d'exercices en fins de chapitres, un grand nombre d'autres, et de très intéressantes, que les étudiants pourront très efficacement s'essayer à développer.

Le cadre de ce compte rendu nous permet seulement de signaler quelques points où l'exposé nous a semblé particulièrement original.

Tout d'abord, parmi les exemples traités dans le premier chapitre, on peut noter : les équations du mouvement d'une planète sous la forme que leur a donnée Jacobi, la détermination des lignes géodésiques des surfaces de Liouville, les applications si curieuses du principe de la moindre action aux courbes brachistochrones, au problème de la réfraction, à l'équilibre des fils libres ou mobiles sur une surface, lorsqu'il existe une fonction de forces, questions qui doivent à M. Appell lui-même de très notables perfectionnements.

Parmi les théorèmes généraux, celui des aires donne lieu, dans le cas des systèmes déformables, à d'intéressantes remarques suggérées par les récentes dissertations sur le retournement du chat en cours de chute. En ce qui concerne celui des forces vives, l'auteur met en évidence les cas où le travail des forces de liaison est nul.

La notion de l'énergie est une des plus importantes de la Mécanique, en raison du rôle qu'elle joue dans les Sciences physiques, une de celles aussi qui donnent lieu aux idées les plus confuses engendrant les applications erronées. L'exposé si précis qu'en présente M. Appell est bien fait pour éviter un pareil écueil.

Jamais, pensons-nous, la belle théorie du mouvement d'un solide autour d'un point fixe, sur laquelle, depuis d'Alembert, s'est exercée la sagacité de tant de géomètres, n'a encore reçu, dans aucun traité didactique, un développement comparable à celui que lui accorde M. Appell, poussant les intégrations jusqu'au bout et discutant dans les moindres détails toutes les particularités que peut offrir la solution.

Le mouvement du corps solide libre n'est pas étudié avec moins de soin, surtout dans le cas du corps pesant en contact avec un plan horizontal, qui se prête à une si grande variété de curieuses remarques susceptibles d'être vérifiées expérimentalement.

Parmi les très nombreux exemples donnés par l'auteur à l'appui d'une étude directe du mouvement relatif, il convient de noter ceux qui ont trait à la bicyclette, devenue de nos jours un objet d'universelle curiosité, et pour lesquels l'auteur s'est inspiré des intéressants travaux de M. Bourlet.

A propos du principe de d'Alembert envisagé dans le cas des systèmes, nous signalerons l'extension, due à M. Appell lui-même, au cas du frottement de glissement. De même, l'exposé admirablement précis des équations de Lagrange est suivi d'un cas curieux d'extension pour lequel les liaisons ne peuvent s'exprimer sous forme finie, et dont la découverte est due à M. Lindelöf. C'est avec un soin tout particulier qu'est présentée l'étude si délicate des petits mouvements autour d'une position d'équilibre stable.

La théorie des équations canoniques, avec les théorèmes de Jacobi et de Poisson, les principes d'Hamilton et de la moindre action, donne lieu à un exposé magistral auquel on peut spécialement appliquer les remarques d'ordre général présentées plus haut.

A la théorie du multiplicateur de Jacobi, complétée par les résultats importants dus à M. Kœnigs, l'auteur rattache celle des invariants intégraux de M. Poincaré, dont l'illustre géomètre a tiré un si heureux parti dans ses profondes études sur la stabilité, et qui n'avait pas encore, que nous sachions, trouvé sa place dans un traité didactique de Mécanique.

A propos des chocs et percussions, nous relèverons d'une part l'introduction, qui nous semble nouvelle, d'un principe analogue à celui de d'Alembert et qui conduit, en particulier, à un énoncé très net du célèbre théorème de Carnot, d'autre part, l'application à cette étude des équations de Lagrange qui, à la suite d'essais incomplets de MM. Niven et Routh, a dû sa forme définitive à M. Appell.

A la fois méthodique et rigoureux, original et profond, élégant et complet, le beau Traité de M. Appell rendra les plus grands services à tous ceux qui ont le souci de s'initier exactement aux théories de la Mécanique rationnelle, sources fécondes de progrès pour la plupart des sciences physiques.

M. D'OCAGNE.

Hennebert (*Feu Lieutenant-Colonel E.*), *Ancien professeur à l'Ecole militaire de Saint-Cyr.* — **Travaux de campagne.** — 1 *vol. in-18° de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire dirigée par M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50; *cartonné,* 3 *fr.*). *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1896.

2° Sciences physiques.

Troost (L.), *Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Traité élémentaire de Chimie** (11e *édition, avec la notation atomique*). — 1 *vol. in-8° de* 802 *pages avec* 542 *figures.* (*Prix* : 8 *fr.*) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

La nouvelle édition de ce livre diffère beaucoup des précédentes. La notation en équivalents a été supprimée; elle est remplacée par la notation atomique, dont l'emploi, maintenant universel, permet aux chimistes du monde entier d'écrire des formules semblables pour représenter les mêmes réactions. Beaucoup de formules décomposées ont pris place dans ce volume. Si éloigné que puisse être encore de la réalité, dans l'état actuel de nos connaissances, ce moyen graphique conventionnel de représenter les éléments groupés dans une molécule, il fait saisir des relations intéressantes entre les corps d'une même famille, comme les acides oxygénés du soufre ou du phosphore. L'emploi de cette notation amène des comparaisons utiles, et soulage beaucoup la mémoire.

La partie du livre qui traite de la Chimie organique a subi également des transformations fondamentales. En face des noms usuels des combinaisons, que l'usage fera sans doute subsister dans beaucoup de cas, comme l'éther, le sucre, l'indigo ou l'alcool, les noms nouveaux ont été inscrits entre parenthèses. On sait que, d'après les conventions faites au *Congrès de la Nomenclature chimique à Genève*, l'énoncé seul du nom d'une combinaison suffit pour que l'on puisse, sans ambiguïté, en écrire immédiatement la formule et en prévoir les réactions principales. Ces réformes très rationnelles seront fort utiles pour l'étude et pour l'enseignement de la Chimie.

En dehors de ce qui concerne l'écriture et le langage, beaucoup de faits nouveaux figurent dans cette dernière édition, très soigneusement mise au courant des progrès de la science. Quelques questions, laissées de côté dans les éditions précédentes, comme celle des métaux rares et de leurs combinaisons principales, ont été traitées sommairement dans celle-ci. C'est que l'évolution, très rapide en ce moment, de la Chimie, fait en quelques mois, d'un corps réputé rare, un produit presque courant, dès que l'industrie a besoin de l'obtenir en abondance. Tel est le cas pour les oxydes appartenant à la famille de la Cérite. C'est un des caractères de ce temps, que ce déplacement des questions par la science industrielle, la question hier presque oubliée passant aujourd'hui au premier rang.

L'un des caractères de ce livre est d'avoir laissé une large place aux applications de la science. Produits chimiques, métallurgie, verre et porcelaine, alcool, sucre, corps gras, teinture, fermentations diverses, toutes ces industries sont traitées, rapidement sans doute, mais avec des indications nettes et des croquis en grand nombre, qui permettent à l'élève de s'en faire une idée juste, qu'il complétera, s'il en est besoin, par la lecture des traités spéciaux.

La multiplicité, toujours croissante, des questions de détail sur lesquelles un traité de Chimie doit donner des renseignements au lecteur, a obligé l'auteur à laisser aux généralités une place relativement restreinte. Le chapitre où sont traitées les lois qui fixent le choix des poids atomiques, et aussi les pages concernant la Thermochimie, gagneraient, croyons-nous, à recevoir un peu plus de développement. Dans la Chimie organique, on pourrait peut-être exposer avec un peu plus d'étendue les principes de la Stéréochimie, dont l'importance n'est pas douteuse. Il serait avantageux aussi de faire place aux méthodes par lesquelles M. Raoult évalue le poids moléculaire.

On trouvera dans cette édition, comme dans les précédentes, un ouvrage traité avec beaucoup de clarté, des préparations bien décrites avec des figures bien gravées, et, sous un volume restreint, un très grand nombre de renseignements. Ce livre est, du reste, classique depuis longtemps. L. Pigeon.

3° Sciences naturelles.

Gaudry (Albert), *de l'Académie des Sciences et de la Société Royale de Londres.* — **Essai de Paléontologie philosophique.** (Ouvrage faisant suite aux enchaînements du monde animal dans les temps géologiques.) — 1 *vol. grand in-8° de* 231 *pages, avec* 204 *figures.* (*Prix* : 8 *francs.*) *G. Masson. Paris*, 1896.

M. Albert Gaudry, l'un des premiers en France, a su apprécier la valeur de la doctrine transformiste. Darwin, dans une lettre adressée à M. de Quatrefages en 1870 (*Vie et correspondance de M. Ch. Darwin*, II, p. 437), écrit ce qui suit : « Il se passe rarement une semaine sans que j'entende parler de quelque naturaliste en Allemagne qui soutient mes idées et qui souvent attache une valeur exagérée à mes ouvrages, tandis qu'en France je n'ai pas entendu parler d'un seul zoologiste, à l'exception de M. Gaudry (encore ne le fait-il que partiellement) qui défende mes idées ». Dans une lettre adressée à M. Gaudry, l'illustre savant anglais félicite le naturaliste français de son intention d'examiner les relations des animaux fossiles au point de vue de leur généalogie. Cette intention, M. Gaudry l'a réalisée dans ses trois volumes sur les *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*. Tous ses ouvrages ont pour objet de mettre en évidence l'évolution des formes animales, et, dans le présent volume, l'auteur, guidé par les mêmes idées de transformation graduelle des êtres vivants, fait la synthèse des résultats généraux acquis par la Paléontologie.

Pour lui, le monde animé est une grande unité dont on peut suivre le développement comme on suit celui d'un individu. Dès le début des temps géologiques, les embranchements, les grands groupes du règne animal sont caractérisés; il n'y a pas de lacune véritable entre le monde vivant actuel et le monde fossile considéré dans son ensemble. M. Gaudry montre que la multiplication des êtres a été facilitée parce qu'à l'origine ils ont été protégés par une enveloppe résistante; il donne comme exemples les Polypes rugueux et tabulés, les Cystidés, les Blastoïdes, les Crinoïdes, les Céphalopodes anciens tels que *Phragmoceras* et *Gomphoceras*, les Poissons Placodermes, etc. Le nombre des individus paraît avoir augmenté progressivement, au moins jusqu'au Miocène, et, en même temps, la différenciation des types s'est produite peu à peu. Chaque grand groupe a eu sa période de complet développement, pour décliner ensuite, tant au point de vue de la variété des formes que de la grandeur du corps. Il en est ainsi en particulier pour les Reptiles dans le Secondaire et les Mammifères terrestres à la fin du Tertiaire. Mais pour M. Gaudry, le perfectionnement des êtres a été continu, la loi du progrès gouverne le monde.

L'auteur montre que la fonction de locomotion a pris de plus en plus d'importance. Les animaux anciens, tels que Brachiopodes, Cystidés, Blastoïdes, Crinoïdes sont des animaux fixés; les Crinoïdes libres n'ont paru qu'au Jurassique; les Bélemnites ont eu, comme nos Calmars et nos Seiches, une locomotion plus rapide que les Céphalopodes primaires emprisonnés dans une coquille. Les Crustacés décapodes ont des membres mieux adaptés pour marcher et nager que les Trilobites et autres Crustacés primitifs. Les Poissons, d'abord protégés par une cuirasse solide, ont pris ensuite des écailles minces, légères et, en même temps, leurs nageoires se sont développées davantage. Les Mammifères éocènes pentadactyles, tels que *Coryphodon*, étaient moins rapides à la course que les Solipèdes et les Ruminants qui ne se sont développés que plus tard. Il y a eu progrès également dans la préhension; c'est chez les Mammifères qu'elle atteint sa perfection avec la main des Singes et de l'Homme. Les organes des sens (œil, oreille, etc.) se sont aussi perfectionnés dans les temps géologiques et atteignent leur complet développement chez les Mammifères; le toucher, encore médiocre chez les Pachydermes, dont l'origine remonte à la première partie des temps tertiaires, a acquis toute sa délica-

tesse chez l'Homme. L'intelligence à évolué de la même manière; elle a été nécessairement très imparfaite chez les Invertébrés qui ont dominé dans les temps primaires; le moulage de la cavité cranienne a montré que le cerveau était très rudimentaire chez les Reptiles gigantesques du Secondaire (*Stegosaurus*, *Triceratops*, etc.); il était beaucoup moins développé, avec des hémisphères petits et lisses, chez les premiers Mammifères tertiaires (*Phenacodus*, *Coryphodon*, *Dinoceras*) que chez ceux de nos jours.

M. Gaudry termine son livre par un chapitre sur les applications géologiques de l'étude de l'évolution; il montre que le développement des fossiles correspond, dans la majorité des cas, à leur âge géologique.

Cet ouvrage, rempli de faits résumés en un petit nombre de pages, est un modèle de concision et de clarté. M. Gaudry s'est attaché à être compris du grand public à l'intention duquel il a fait paraître, avec un légitime succès, un certain nombre de chapitres de son livre dans la *Revue des Deux-Mondes*. Comme les savants anglais, il pense que la science ne doit pas rester confinée dans les ouvrages spéciaux et les périodiques accessibles seulement aux initiés. Son ouvrage rendra le grand service de faire connaître à toutes les personnes éclairées les faits généraux de cette grande science de la Paléontologie, trop peu en honneur dans la patrie de Cuvier et de A. d'Orbigny et qui, même dans les programmes universitaires, n'a obtenu jusqu'ici qu'une place très modeste. Ajoutons que ce livre vient à son heure; tous ceux qui visiteront la nouvelle galerie de Paléontologie du Muséum, organisée par M. Gaudry et dont l'inauguration aura lieu prochainement, le liront avec fruit. F. Priem.

Truffaut (Georges), *Horticulteur*. — **Sols, terres et composts utilisés par l'Horticulture.** (*Avec une préface de M.* **Dehérain**, *membre de l'Institut*). — 1 *vol. in*-16° *de* 310 *pages*. (*Prix cartonné : 4 fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1896.

Au fur et à mesure que les sciences progressent, les diverses branches de l'activité humaine les mettent à contribution pour s'étendre et se perfectionner d'une manière rationnelle; l'horticulture est une des plus arriérées sous ce rapport. Depuis quelque temps cependant, elle cherche à se mettre au courant en suivant la voie qui a si bien réussi à l'agronomie.

Le livre de M. Truffaut l'y aidera puissamment; fort bien placé par sa situation d'horticulteur et d'ancien élève de l'Ecole de Grignon pour traiter le sujet dont il s'occupe, l'auteur a su donner à son ouvrage une forme à la fois pratique et scientifique qui en fait l'originalité et qui contribuera certainement beaucoup à le répandre dans le milieu auquel il est destiné.

Le volume que nous analysons est divisé en deux grandes parties : la première, après deux chapitres relatant les rapports des plantes avec le sol et donnant diverses considérations générales sur les terres, comprend l'étude du sol comme soutien des plantes; l'auteur s'étend longuement sur le rôle si important de l'eau, sur les rapports de l'eau du sol avec les plantes et sur les modifications des propriétés physiques des terres. Ayant examiné le point de vue physique de la question, M. Truffaut aborde le côté chimique et considère le sol comme source d'aliments des plantes; il indique les éléments que peut apporter l'eau d'arrosage, l'humus; il relate, en passant, les diverses fermentations nuisibles et utiles qui peuvent s'y déclarer et insiste avec raison sur la nitrification; les matières minérales du sol, les propriétés absorbantes des terres et les causes de stérilité forment autant d'études qui terminent la première partie.

Dans la seconde partie est traité l'examen des sols naturels en place; toutes les diverses sortes de terrains y figurent; le sous-sol y est l'objet d'une mention particulière. M. Truffaut entre ensuite dans le vif de son sujet avec les chapitres relatifs aux sols modifiés par l'humus ou les amendements, terres de jardins, loams ou terres de gazon, terres de bruyère, terreau de feuilles, aux mousses et sables, aux terres modifiées artificiellement, terreaux de couches, composts, déchets, etc. Dans le chapitre IX, l'auteur, dans des tableaux dont un certain nombre lui sont personnels, indique la composition des récoltes qui peut servir de guide dans l'emploi des engrais et en donne de suite un exemple très net en exposant les expériences qu'il a effectuées à cet égard sur les Azalées.

Ce livre, qui témoigne d'un labeur très considérable et de recherches de laboratoire très nombreuses, est au courant des théories les plus récentes; les horticulteurs, qui profiteront de ses enseignements, pourront augmenter dans une large mesure les rendements économiques de leurs serres; enfin, on peut résumer l'appréciation de l'ouvrage de M. Truffaut en disant que la préface très élogieuse qu'y a écrite M. Dehérain, membre de l'Institut, est de tous points méritée; nous ne saurions mieux recommander ce livre à l'attention de tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la science horticole. A. Hébert.

4e Sciences médicales.

1° **G. Sergi**, *Professeur d'Anthropologie à l'Université de Rome*. — **Dolore et Piacere, storia naturale dei sentimenti.** — 1 *vol. in*-12° *de XV*-398 *pages* (*Prix : 4 fr.* 50.) *Dumolard, Milan*, 1896. — 2° **Dr Lange**, *Professeur à l'Université de Copenhague*. — **Les Emotions, étude psychologique**, *traduit d'après l'édition allemande du* Dr Kurella, *par le* Dr G. Dumas. — 1 *vol. in*-12° de 168 *pages*. (*Prix :* 2 fr. 50.) *F. Alcan, Paris*, 1896.

W. James, en 1884, dans un article du *Mind*, et le physiologiste danois Lange, en 1885, dans un mémoire dont la traduction allemande, due au Dr Kurella, a paru sous le titre de : *Ueber Gemüthsbewegungen*, ont, indépendamment l'un de l'autre, donné des émotions une même théorie, qui pouvait se réclamer, au reste, de plus lointaines origines, françaises celles-là : elle a été esquissée d'avance en ses traits essentiels, autant, du moins, que le permettait la physiologie rudimentaire de ce temps, par Descartes et par Malebranche. D'après cette théorie, les diverses réactions musculaires, circulatoires, viscérales et sécrétoires, qui accompagnent une émotion, ne l'expriment pas seulement, mais, à vrai dire, la constituent. Les phénomènes somatiques, qu'on était accoutumé à considérer comme les signes de l'émotion et ses conséquences immédiates, sont, en réalité, la condition même de son apparition, ils sont directement provoqués par la perception de l'objet ou de l'événement effrayant ou comique, agréable ou odieux; l'émotion elle-même se réduit à la conscience de cet ensemble de réactions motrices. Elle peut, à ce point de vue, être assimilée à une sensation ou plutôt à un ensemble de sensations. C'est, en effet, comme les sensations spéciales, à des processus nerveux afférents qu'elle est ainsi liée, car nous ne connaissons les réactions motrices que par les modifications qu'elles déterminent dans nos appareils nerveux périphériques. Si l'antécédent immédiat de l'émotion est un certain ensemble de réactions organiques, elle devra demeurer identique, quelle que soit la cause qui ait provoqué ces réactions. Les émotions d'origine pathologique deviennent ainsi plus aisément intelligibles, et l'on pourra donner de la tristesse du mélancolique et de celle de l'homme qui a perdu sa fortune une interprétation unique, ce que ne permet guère la théorie encore classique des émotions et de leurs signes expressifs.

W. James a exposé, avec des développements nouveaux, dans ses *Principes of Psychology* (t. II, p. 445-482), parus en 1890, son interprétation des phénomènes affectifs, et cette théorie, à laquelle Th. Ribot avait donné, dans son enseignement, une complète adhésion, forme l'idée directrice et la conception centrale du livre qu'a récemment publié G. Sergi sur le *Plaisir* et la *Douleur*. Le docteur G. Dumas, enfin, vient de faire paraître, précédée

d'une courte, mais très précise et très substantielle, introduction, une traduction française du livre du Dr Lange, dont la traduction allemande était presque épuisée. En dépit du ton affirmatif qu'a cru devoir prendre Sergi, et auquel Lange et James s'étaient déjà laissé entraîner, on doit reconnaître que la théorie somatique ou périphérique des émotions n'est encore qu'un ensemble d'hypothèses, et que les preuves directes et qui contraignent à une définitive adhésion, font encore défaut; les quelques cas pathologiques où l'altération de la sensibilité tactile, superficielle et profonde, semble avoir amené une modification de l'état exceptionnel du sujet sont encore en trop petit nombre, et en même temps trop complexes, pour fournir à une démonstration décisive des arguments suffisants, et les expériences faites sur des hystériques, rendues anesthésiques par suggestion, ne permettent pas ici de très fermes conclusions. Mais il faut cependant bien admettre que nulle autre hypothèse n'est à la fois plus plausible et plus satisfaisante, que cette théorie rend compte des faits, et qu'on serait fort empêché, à l'heure présente, de lui en opposer une autre, qui eût pour elle du moins quelque vraisemblance.

La tâche que s'était assignée Lange était plus restreinte que celle qu'a entreprise Sergi; tandis, en effet, que le psychologue italien a cherché à donner de tous les phénomènes affectifs, de tous les sentiments, et des sentiments moraux, esthétiques et religieux comme des autres, une interprétation d'ensemble, ce sont des émotions seules, au sens étroit du mot, que Lange avait tenté de fournir une explication scientifique, et encore n'avait-il pas traité de toutes les émotions, mais seulement de celles auxquelles s'associent le plus nettement les divers phénomènes somatiques dont il s'était efforcé de dégager la signification : ce sont la joie et la tristesse, la peur et la colère. En quelques pages rapides, il a, de plus, esquissé à grands traits le tableau que présentent les gens en proie à certaines émotions secondaires, telles que l'embarras, la confusion, l'impatience, le désappointement, et indiqué les réactions motrices et vasculaires qui constituent à ses yeux leur véritable base organique. La tristesse et la peur appartiennent à la même famille d'émotions, et, dans un autre groupe, caractérisé par l'apparition de phénomènes somatiques inverses, viennent se ranger côte à côte la colère et la joie; ce qui constitue la joie ou la colère, c'est une augmentation de l'innervation des muscles volontaires et une vaso-dilatation générale; les émotions qui appartiennent au groupe de la tristesse impliquent, au contraire, une résolution de tous les muscles volontaires, une vaso-constriction généralisée, qui s'accompagne, dans le cas de la peur, de spasmes des muscles de la vie organique. On voit que, d'après Lange, les phénomènes somatiques, qui forment les antécédents immédiats des états émotionnels, se peuvent répartir en deux catégories principales : les réactions musculaires et les réactions vaso-motrices. Ce sont celles-ci, qui, en modifiant l'état des centres nerveux, conditionnent toutes les autres, et déterminent même la plupart de ces réactions glandulaires et sécrétoires qui, en certains cas, viennent s'ajouter aux réactions qui ont pour siège les muscles et les vaisseaux. La cause véritable de cet ensemble de phénomènes somatiques, dont la conscience, unie à celle de la sensation de l'image ou de l'idée qui les a provoqués, constitue l'émotion, est donc l'excitation des centres encéphaliques qui tiennent sous leur dépendance l'innervation vaso-motrice, et qui sont situés principalement dans le bulbe. Que le point de départ de l'excitation soit un organe sensoriel périphérique ou l'écorce cérébrale, le mécanisme est le même dans les deux cas, la voie seule diffère, par laquelle l'excitation atteint ce centre vaso-moteur. Les centres corticaux ont un double rôle dans la production des émotions : c'est leur irritation qui irrite les centres bulbaires, lorsque l'excitation qui détermine l'émotion n'est pas une pure excitation sensorielle, et c'est à eux qu'aboutissent les processus afférents qui conditionnent la conscience que nous avons des réactions motrices périphériques.

Si nous traduisons en termes psychologiques la théorie de Lange, nous dirons que les émotions qui ont une cause purement sensorielle ou organique (trouble de la nutrition, etc.) se réduisent à la conscience des modifications dont les muscles, les vaisseaux, les glandes, etc. sont le siège, c'est-à-dire à des sensations, et que, dans les émotions *morales*, viennent se combiner, à ces sensations, les images et les idées qui les ont provoquées, phénomènes, eux aussi, d'ordre représentatif. On pourrait donc soutenir que cette théorie, dont certains psychologues ont voulu se faire un argument pour creuser une profonde séparation entre la vie affective et la vie intellectuelle, aboutit précisément à faire considérer comme une classe particulière d'états intellectuels les émotions, base commune de tous les phénomènes affectifs.

Le professeur Sergi, dans le livre qu'il a consacré au plaisir et à la douleur et qu'il intitule « *Histoire naturelle des sentiments* », bien que les descriptions n'y tiennent que la plus petite place, a repris à son compte la théorie de W. James et de Lange, qu'il a revêtue d'une forme nouvelle. De tout temps, dit-il, l'opinion commune a assigné le cœur comme siège aux sentiments, tandis qu'elle faisait de la tête l'organe de la pensée. Son but est de démontrer scientifiquement le bien-fondé de la croyance habituelle. Nos sentiments, ou du moins les émotions qui en constituent les éléments, résultent directement pour lui de l'activité, non pas des centres corticaux, mais des centres bulbaires, qui tiennent sous leur domination les fonctions diverses de la vie organique et en particulier celles du cœur et des poumons. Une émotion, ce n'est à vrai dire que la conscience du trouble apporté par une excitation d'origine périphérique ou corticale dans les fonctions vitales et spécialement dans les fonctions respiratoires et cardiaques.

M. Sergi indique sommairement dans sa préface les antécédents de sa théorie sur la localisation bulbaire des états émotionnels et le rôle prépondérant du cœur dès leur apparition; il emprunte en grande partie cet historique au livre de Hack Tuke : *Le corps et l'Esprit* (traduc. française, p. 85 et suivantes). On s'étonne que ni Hack Tuke ni Sergi ne parlent de la théorie de Vulpian qui prétendait, en s'appuyant sur des expériences dont la signification est contestable, localiser exclusivement les émotions dans la protubérance.

M. Sergi s'est attaché à montrer comment l'interprétation qu'il donne des états affectifs, se relie à sa conception d'ensemble des phénomènes psychiques, telle qu'il l'a exposée dans ses précédents ouvrages : *L'origine dei fenomeni psichici e loro significazione biologica* et les *Elementi di Psychologia* (traduit en français sous le titre de : La *Psychologie physiologique*). A ses yeux les phénomènes psychologiques sont des phénomènes « vitaux » au même titre que les phénomènes de nutrition et de reproduction, et leur rôle est un rôle de protection pour l'individu et pour sa descendance. Ce rôle est analogue à celui des autres phénomènes vitaux; la seule différence, c'est que les fonctions de la « psyché » sont moins spécialisées et s'étendent à un plus large domaine que les fonctions de nutrition et de reproduction. Les fonctions psychiques auxquelles est dévolu ce rôle général de défense de l'organisme contre les ennemis et les dangers du dehors ne s'individualisent du reste que lorsqu'au cours de l'évolution, des organes spéciaux se sont formés, qui sont plus particulièrement le siège des fonctions de nutrition et de reproduction; jusque-là les phénomènes mentaux n'ont pas d'existence distincte. A mesure que l'alimentation et la reproduction des organismes exigent la réalisation de conditions plus compliquées, l'importance des fonctions psychiques s'accroît. Elles ne sont pas un « luxe », mais un ensemble de moyens efficaces de protection et de défense pour l'individu et pour l'espèce.

Les phénomènes psychiques se manifestent tout d'abord au dehors par des mouvements de réaction à des excitations qui pour des organismes plus élevés, seraient agréables ou pénibles; le sentiment du plaisir et de la douleur est ainsi à la racine de tout le développement mental. L'irritabilité de la matière vivante et les réactions motrices de cette matière organisée aux irritations qui viennent l'atteindre, c'est à cela que se ramènent les fonctions psychiques sous leur forme la plus élémentaire; la sensibilité n'est autre chose que l'irritabilité consciente, et c'est de cette sensibilité que naît à son tour, non plus seulement la connaissance des états intérieurs agréables ou douloureux, mais de leurs causes, c'est-à-dire la perception des objets et des événements extérieurs. La sensation, c'est-à-dire l'irritation consciente, se retrouve chez tous les êtres chez lesquels existe un système nerveux différencié : c'est à la fois la conscience de la qualité de l'irritation et le plaisir ou la douleur que cette irritation provoque; en d'autres termes, toute sensation est à la fois une perception ébauchée et un sentiment.

Ces irritations, pour donner lieu à des perceptions distinctes, doivent ne pas dépasser certaines limites ; lorsque ces limites sont franchies, il y a douleur et la perception en est obscurcie. La douleur est donc toujours due à un excès d'excitation. De même les fonctions de nutrition sont d'ordinaire inconscientes, mais nous en prenons conscience, et une conscience douloureuse, dès que les organes qui en sont le siège sont soumis à des excitations trop violentes. La douleur sera d'autant plus intense qu'il se dépensera sous forme de mouvements une moins grande quantité de ce surplus d'excitation, ce qui explique ce fait, en apparente contradiction avec la théorie que nous avons exposée, que les manifestations bruyantes du chagrin en atténuent souvent l'acuité et en diminuent la durée. La fonction biologique de la douleur, son rôle « esthophylattique » apparaît ici clairement. Le plaisir résulte des excitations d'intensité moyenne qui, au lieu d'apaiser l'organisme, augmentent son énergie vitale ; sa signification n'est pas moins nette, mais il importe de remarquer que ces excitations douloureuses ou agréables ne se localisent pas à l'organe irrité, pour peu qu'elles aient quelque intensité (et les excitations agréables peuvent acquérir une intensité considérable, tout en n'étant pas trop violentes pour un organisme donné à un moment particulier), elles retentissent sur toutes les fonctions vitales, et spécialement sur les fonctions respiratoires et cardiaques. Ce sont ces perturbations des fonctions organiques, qui, perçues par les centres corticaux, constituent les sentiments généraux de plaisir et de douleur ; elles ont pour point de départ une irritation du bulbe qui dépasse le niveau normal et qui a elle-même son origine dans des excitations périphériques.

La conscience que l'animal possède des troubles des fonctions vitales, qui sont sous la dépendance de l'irritation bulbaire, n'a nulle action sur la production de ces troubles ; ils apparaissent alors même qu'on a pratiqué l'ablation des hémisphères. Les émotions provoquées par une image ou une idée se produisent par le même mécanisme que les plaisirs et les douleurs d'origine périphérique; la seule différence, c'est que le point de départ de l'irritation est la corticalité cérébrale au lieu d'être un organe périphérique d'impression.

Aussi ont-elles la même fonction défensive, le même rôle esthophylattique que les plaisirs et les douleurs physiques. Chacune de ces émotions constitue ce que l'auteur appelle un organisme psychique, c'est-à-dire, un complexus d'états de conscience et de mouvements liés les uns aux autres et dont des causes déterminées et différentes pour chaque espèce d'émotion provoquent seules l'apparition ; mais, cette apparition, elles la provoquent immédiatement. Ces réactions émotives sont donc analogues aux réactions instinctives, elles résultent, comme elles, des conditions organiques et sociales; comme elles, elles ont été fixées en quelque sorte par la sélection et l'hérédité et sont devenues automatiques et instantanées.

Sergi donne des émotions une classification un peu arbitraire et artificielle, mais d'un usage commode dans la pratique. Il les divise en deux genres : les émotions dépressives, et les émotions excitantes, qu'il partage à leur tour chacun en deux espèces : les émotions dépressives en émotions écrasantes ou d'inertie et émotions d'impuissance; les émotions excitantes, en émotions de plaisir et émotions de réaction. Chaque espèce comprend une variété instantanée et une variété durable. Voici quelques exemples ; la peur appartient à la variété instantanée des émotions d'inertie, le désespoir à la variété durable; la honte à la variété instantanée des émotions, d'impuissance, la soumission à la variété durable ; le type des émotions de plaisir est la joie, le type des émotions de réaction : la colère.

Les chapitres où l'auteur traite des sentiments moraux, esthétiques et religieux, ne sont guère que le développement des pages qu'il avait consacrées à leur étude dans sa « Psychologie physiologique ». Ce qu'il importe de noter ici, c'est que ces sentiments divers ne diffèrent à ses yeux les uns des autres et des émotions communes que par la nature de leurs excitants intellectuels, mais que, dans tous les cas, le mécanisme émotionnel est le même, et que toutes ces émotions ont, à l'exception des sentiments esthétiques, la même fonction biologique de protection et de défense. En ce qui concerne le plaisir esthétique, Sergi se rallie à la théorie de Spencer et cherche à établir qu'il faut rechercher son origine dans le plaisir du jeu. Mais le jeu lui-même a son origine dans la tendance qu'ont toutes nos représentations à s'objectiver en des mouvements; le besoin de jouer résulte d'une surabondance d'activité qui ne trouve pas à s'employer à des fins immédiatement utiles. D'autre part, il est certains éléments constitutifs des représentations esthétiques, tels que la symétrie et le rythme, qui sont directement engendrés par des conditions organiques. Il nous semble qu'il y a sur cette théorie du plaisir esthétique d'extrêmes réserves à faire ; il est probable, à notre sens, que c'est non pas dans le jeu, mais dans certaines qualités particulières des excitations sensorielles et des relations que soutiennent entre eux nos concepts, qu'il faut chercher l'origine des sentiments esthétiques. Lorsque M. Sergi rattache notre goût pour la symétrie à notre structure organique, notre goût pour le rythme au caractère rythmique de nos fonctions vitales, il nous paraît alors engagé dans la véritable voie. Mais ce qu'il faut redire, c'est que, si nos jugements esthétiques s'accompagnent d'états émotionnels, c'est que la perception d'objets ou d'événements que nous jugeons beaux déterminent l'apparition en nous des mêmes phénomènes respiratoires, cardiaques, vasculaires, etc., que telle ou telle excitation périphérique ou corticale capable de déterminer une réaction utile à l'organisme.

Les limites où il faut nous renfermer ne nous permettent pas d'analyser les pages que M. Sergi consacre à l'étude des variations de la réceptivité émotionnelle suivant le sexe, l'âge, les conditions ambiantes, à l'expression des émotions (il rejette, mais moins complètement que Lange, les explications des expressions de la physionomie et de la mimique émotionnelle, fournies par Darwin et Spencer), à la pathologie des sentiments (il ne parle des émotions morbides que pour puiser dans ces analyses de nouveaux arguments à l'appui de sa théorie), au caractère social du sentiment religieux, etc. Nous avons tenu seulement à mettre en lumière les deux idées maîtresses du livre : la signification biologique des émotions, leur étroite liaison avec les fonctions organiques. Egoïstes ou désintéressées, sociales, morales ou esthétiques, les émotions pour Sergi ont toutes même mécanisme; seules diffèrent les excitations corticales ou périphériques qui les provoquent.

L. Marillier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Août 1896.

M. le Secrétaire perpétuel expose à l'Académie les résultats obtenus jusqu'à ce jour au sujet de la souscription destinée à élever un monument à Lavoisier. La somme déjà recueillie s'élève à 47.553 fr. 30.

1° Sciences mathématiques. — M. **Weinek** présente une série d'agrandissements sur papier de clichés photographiques lunaires obtenus à l'Observatoire Lick et à celui de Paris; l'amplification varie entre 20 et 24 fois, et le procédé d'impression photogénique sur papier aux sels d'argent assure une finesse extrême. — M. **A. Noury** adresse une note relative à une « Nouvelle théorie de Dynamique générale. »

2° Sciences physiques. — M. **J. Perrin** montre qu'un corps électrisé, situé dans une atmosphère en repos, se décharge si quelques-uns des tubes de force qu'il émet sont rencontrés par les rayons X, ces tubes se comportant comme des conducteurs. On est conduit à supposer que les rayons X dissocient certaines molécules du diélectrique où ils pénètrent, libérant des ions positifs et des ions négatifs, qui, dans le cas d'un diélectrique gazeux, filtrent au travers les uns des autres et suivent les tubes de force jusqu'aux charges qui les terminent. L'électricité qui traverse ainsi le gaz est au plus égale à la quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons. — M. **G. de Metz** présente de nouvelles photographies faites à l'intérieur du tube de Crookes au moyen des rayons cathodiques et au travers d'une plaque de carton; il dresse une liste des corps d'après leur perméabilité par les rayons cathodiques et conclut que les rayons cathodiques ont des propriétés photographiques à peu près semblables à celles des rayons X. — M. **H. Poincaré** pense qu'il y aurait lieu de voir si le carton frappé par les rayons cathodiques n'émet pas de rayons X, lesquels produiraient les phénomènes observés. — M. **Berthelot** a déterminé la chaleur de neutralisation de l'acide cyanique par les bases en traitant son sel de potasse par un acide plus fort et en notant le premier dégagement de chaleur, qui correspond au déplacement de l'acide avant qu'il se soit transformé; cette chaleur de neutralisation est égale à 12,2 cal. et la chaleur de formation de l'acide dissous à partir des éléments de 37 cal. L'auteur donne également la chaleur de formation du cyanate d'ammoniaque dissous, qu'il obtient en décomposant le cyanate de potasse par le chlorhydrate d'ammoniaque. — MM. **Berthelot** et **G. André** ont observé que l'acide lévulique cristallisé $C^5H^8O^3$, placé dans le vide en présence de chaux vive ou d'acide sulfurique, diminue continuellement de poids et change de composition; il se volatilise un produit $C^5H^8O^3 - \frac{1}{4} H^2O$, c'est-à-dire un mélange d'une partie d'anhydride $C^5H^6O^2$ et de trois parties d'acide $C^5H^8O^3$; dans le résidu, l'eau excédente n'est pas libre, mais combinée, et forme un acide $C^5H^{10}O^4$ (dioxyvalérique). MM. **Berthelot** et **G. André** ont déterminé le coefficient de partage de l'acide phosphorique entre l'eau et l'éther, c'est-à-dire le rapport du poids d'acide phosphorique (par cm³), enlevé par un volume d'éther à un volume égal d'une dissolution aqueuse d'acide phosphorique, au poids (par cm³) de l'acide phosphorique qui reste dans la solution aqueuse. Pour les dissolutions très étendues, ce coefficient de partage est très faible; c'est-à-dire qu'une solution aqueuse d'acide phosphorique ne cède à l'éther avec lequel on l'agite qu'une dose insignifiante. Si l'on opère avec de l'acide phosphorique pur ou très concentré, on observe qu'il est très soluble dans l'éther, mais il se forme dans ce cas une combinaison particulière qui trouble le phénomène. Si l'on ajoute de l'eau en quantité convenable, l'éther finit par lui céder tout l'acide phosphorique.

3° Sciences naturelles. — M. **V. Poulet**, ayant traité par l'eau acidulée le chevelu mondé et lavé des racines d'un certain nombre de plantes, a obtenu un liquide clair ambré, qui renferme du tartrate ferreux en quantité notable; pour lui, ce corps est le principe essentiel de la digestion des plantes et le fer leur est indispensable. — M. **J. M. Krassilschtchik**, ayant fait avaler à des oiseaux les corps d'insectes morts de la pébrine et contenant des corpuscules vieillis, a observé dans les excréments de ces oiseaux des germes actifs de pébrine; des vers à soie qui mangent des feuilles salies par ces excréments contractent la maladie; les oiseaux doivent donc contribuer beaucoup à la propagation de la pébrine d'une année à l'autre. — M. **C. Sauvageau** a observé la fécondation hétérogamique d'une algue phéosphorée, l'*Ectocarpus secundus;* ce fait devra entraîner une modification de la classification des Phéosporées. — M. **L. Lecercle** a constaté, sur des lapins, que l'action des rayons de Röntgen, poursuivie pendant trois jours, aurait pour effet d'augmenter l'élimination des phosphates par les urines.

Séance du 17 Août 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Jonquières** montre qu'aucun nombre premier, appartenant à une forme linéaire $kI + a$ ($k = 0, 1, 2, 3, \ldots$), ne peut avoir pour racine primitive un nombre b, premier ou non, s'il est prouvé que celui-ci est résidu quadratique des nombres premiers de ladite forme; ce théorème est déjà vérifié par les nombres 2, 3, 5 et 7. — M. **L. Mirinny** adresse une « Note relative à la résolution de l'équation générale du cinquième degré ». — M. **J. Tacchini** présente le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre 1896. Le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, de même que celui des protubérances. La fréquence des protubérances par zones est la même dans les deux hémisphères du Soleil; les taches, comme les facules, ont été plus fréquentes dans les zones australes. — M. **Honoré** adresse un « Mémoire relatif à un appareil destiné à la navigation aérienne ».

2° Sciences physiques. — M. **P. Villard** a trouvé que l'argon se combine à l'eau pour former un hydrate cristallisé dissociable, analogue aux hydrates de gaz déjà connus, et prenant naissance dans les mêmes conditions que ces derniers. — M. **A. Delebecque** a observé sur le Léman le phénomène du *Fata morgana* (allongement dans le sens vertical des objets éloignés). Avec une puissante lunette, il a constaté que, en réalité, les objets ne sont pas agrandis, mais qu'il se produit plusieurs images superposées du même objet. Le *Fata morgana* ne serait donc qu'un mirage à images multiples, qui se produit lorsqu'une couche d'air chaud vient se superposer à une couche d'air froid. — M. **Berthelot** communique ses recherches sur les mines de cuivre du Sinaï, exploitées par les anciens Egyptiens. Il décrit les minerais qui étaient exploités, les produits métallurgiques obtenus (qu'on retrouve encore sur les ruines), enfin les outils trouvés dans les habitations des mineurs, qui étaient incontestablement des produits de la fabrication. L'auteur constate que l'on était arrivé, probablement dès le début de l'exploitation,

c'est-à-dire il y a près de 7.000 ans, aux procédés suivis de nos jours.

3° Sciences naturelles. — Mlle **Wanda Sczawinska** a observé nettement un vrai réseau du cytoplasma nerveux dans les cellules des cornes antérieures de la moelle de la *Raja macrorhynchus* fixée et durcie, pendant six mois, dans le bichromate de potasse et colorée au picro-carmin de Ranvier. — MM. **J. Athanasiu** et **J. Carvallo** démontrent : 1° que, à l'état normal, ce sont les éléments figurés du sang et de la lymphe, de préférence les leucocytes, qui fournissent le ferment fibrine nécessaire à la coagulation de ces liquides; 2° que, lorsque ces éléments sont empêchés par un moyen quelconque (peptone) de remplir cette fonction, les tissus de l'organisme, spécialement le foie, se chargent de les suppléer. — M. **London** continue ses recherches relatives à l'influence de certains agents sur les propriétés bactéricides du sang. L'inanition prolongée fait disparaître ces propriétés ; l'injection de H Cl à faibles doses, fréquemment répétée, les diminue, celle de Na H CO^3 les augmente. — M. **P. Lory** étudie la tectonique du Dévoluy et des régions voisines à l'époque crétacée. Dans cette tectonique, constituée par des brachy-anticlinaux et des dômes, toute une série de caractères atteste l'indépendance presque complète des éléments structuraux et la faiblesse des forces directrices en jeu dans le mouvement qui lui a donné naissance. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Août 1896.

M. le Dr **H. de Brun** (de Beyrouth) cite trois cas de tétanos suivis, après guérison, de raccourcissements musculaires qui empêchaient les malades de plier le corps pour s'asseoir et les forçaient à marcher sur les avant-pieds sans que les talons pussent toucher le sol. L'auteur signale également quelques symptômes nouveaux ou peu connus du tétanos : une constipation tenace, une soif ardente, une insomnie tenace et parfois complète, des sueurs excessivement abondantes, le besoin de se déplacer. — MM. **Rémy** et **Contremoulins** présentent deux photographies du crâne obtenues à l'aide des rayons X.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Récentes communications.

M. **Delépine** a obtenu la méthylformothialdine de Wohl :

$$(CH^2)^3AzCH^3S^2$$

par l'action de l'hydrogène sulfuré gazeux sur la triméthyltriméthylènetriamine. Le sulfure de carbone agissant sur cette même base donne un nouveau composé :

$$CS(CH^2{=}Az{-}CH^3)^2.$$

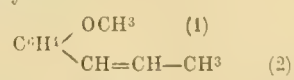
Les propriétés de ce corps en font une carbothialdine : la diméthylformocarbothialdine; l'iodure de méthyle donne, avec ce corps, un iodhydrate cristallisé :

$$C^4H^9AzS^2.HI.$$

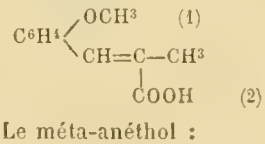
M. **Rosenstiehl** discute les arguments apportés par M. Tortelli contre la constitution qu'il admet pour la fuchsine. D'après M. Tortelli, les fuchsines réagissent comme des sels et on doit conserver la formule de MM. Fischer et Nietski. M. Rosenstiehl fait remarquer, par des exemples connus, que la facilité de la double décomposition en solution aqueuse n'est nullement le propre des sels seuls; il y a des éthers qui réagissent aussi rapidement; d'autre part, les acétochlorures ferriques de M. Scheurer-Kestner, les iodométhylates de triamidotriphénylméthane, et surtout les sulfates de chrome de M. Recoura n'obéissent pas immédiatement aux lois de Berthollet. En réalité, dans l'état actuel de la science, on ne connaît pas de réaction permettant de distinguer les éthers des sels. — MM. **Guerbet** et **Béhal** ont obtenu l'acide diméthylphénylacétique :

$$C^6H^3.\ (CH^3)_1(CH^3)_3(CH^2.CO^2H)_4.$$

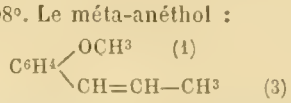
dans l'oxydation des acides campholéniques par le brome et l'eau en employant les quantités théoriques d'halogène. L'oxydation par l'acide nitrique fournit des résultats différents : il se produit dans un des deux cas une transposition moléculaire qui rend impossible l'établissement d'une formule définitive de constitution du camphre. — M. **L. Lapicque** a étudié avec M. **Auscher** un cas de diabète pigmentaire. Le foie, la rate, les ganglions lymphatiques renfermaient en abondance un pigment en grains couleur ocre. C'était de l'hydrate ferrique de formule $Fe^2\ O^3,\ 3H^2\ O$. On peut isoler ce corps en détruisant les tissus par la soude étendue et chaude. Ce corps se forme dans l'organisme sous l'influence des hémorragies internes. L'injection du sang dans le péritoine d'un chien permet de le reproduire facilement. On le trouve fréquemment chez l'homme dans le cas de mort par tuberculose. M. Lapicque appelle ce corps rubigine, de *rubigo* (rouille). — M. **Moureu** a préparé deux propénylanisols isomères de l'anéthol. Ils s'obtiennent en chauffant les aldéhydes méthoxybenzoïques correspondantes avec un mélange d'anhydride propionique et de propionate de soude sec. L'orthopropénylanisol :



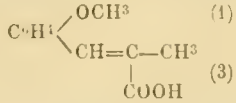
est un liquide bouillant à 220°-225°, de densité 1,0075 à 0°; il possède une odeur rappelant le vératrol. L'acide non saturé correspondant :



fond à 107°-108°. Le méta-anéthol :



est un liquide bouillant à 226°-229°, de densité 1,0013 à 0°; son odeur rappelle celle de l'élémi. L'acide non saturé correspondant :



fond à 92°-93°5. — M. **Cavalier** a déterminé la chaleur d'éthérification du phosphate triéthylique. Son procédé consiste à traiter l'oxychlorure de phosphore par l'alcool iodé ; la réaction est complète et permet les mesures thermochimiques. On trouve dans le cas présent 9°,4. — M. **Colson** communique ses recherches sur la congélation des dissolutions à température constante. La température de congélation du benzène est abaissée par la dissolution d'un corps étranger; une compression relève cette température. On peut régler la pression et faire congeler toutes les solutions benzéniques à la même température. M. Colson a cherché la relation qui relie la pression au poids moléculaire du corps dissous dans ces conditions. Un abaissement de température donné est à peu près compensé par une pression correspondante, quel que soit le corps dissous. L'abaissement est en raison inverse du poids moléculaire ; donc une molécule d'un corps dissous dans la même masse de benzène exige la même pression pour la constance de la température de congélation. M. Colson a recherché aussi si la nature du corps dissous était sans influence. En opérant successivement avec des dissolutions variées de paradibromobenzène et de métadinitrobenzène, il a reconnu que la pression compensatrice n'est pas absolument indépendante de la

nature du corps. — M. **Ch. Combes** donne un nouveau mode de préparation des alliages d'aluminium par réaction chimique. On fait agir à la température de fusion de l'aluminium un sulfure ou un chlorure métallique sur le métal fondu; il se produit du sulfure ou du chlorure d'aluminium; la réaction est quantitative. L'auteur présente des échantillons, obtenus au Perrot, d'aluminium-chrome à 13 %, d'aluminium-nickel à 20 % et d'aluminium-manganèse à 30 %. — M. **Moissan** rappelle qu'il a publié une méthode pour obtenir les alliages d'aluminium par réduction directe des oxydes au moyen de ce métal. Dans quelques cas on amorce la réaction avec de la limaille d'aluminium. Il a pu obtenir ainsi les alliages aluminium-nickel, manganèse, molybdène, tungstène, titane. Ces alliages permettent de faire entrer le métal réfractaire dans un bain quelconque; l'aluminium est ensuite détruit par oxydation. On peut ainsi obtenir des alliages métalliques qu'on ne pourrait pas produire par union directe. — M. **Combes** fait remarquer que sa méthode lui paraît plus avantageuse au point de vue industriel; elle évite l'emploi de la limaille d'aluminium et des oxydes en poudre; la réaction est quantitative, les chlorures et sulfures formés sont plus faciles à séparer que les oxydes, on peut enfin les recueillir et les utiliser. — M. **Moissan** fait remarquer qu'il est très facile d'obtenir de la limaille d'aluminium. — M. **Léon Lefèvre** a envoyé une note sur quelques réactions du diméthylaminophénol. — M. **Rosenstiehl** a montré que le carbinol $A^3 \equiv C - OH$, dans lequel A représente $C^6H^4Az(CH^3)^2$, se combine à froid, même en présence d'eau, en donnant :

$$(ICH^3)^3A \equiv COH;$$

que l'oxyde d'argent transforme en base énergique que l'on peut titrer alcalimétriquement. Cette propriété permet de démontrer que les bases colorantes méthylées (bleu méthylène, vert malachite, violet cristallisé) sont, en solution aqueuse, en partie hydrolysées. Il faut tenir compte de ces faits pour interpréter les phénomènes de conductibilité électrique étudiés par M. Miolati; mais ces faits ne permettent pas de décider entre la fonction éther ou la fonction sel. — M. **Hébert** a extrait des graines d'isano un nouvel acide gras non saturé : l'acide isanique. Ce corps extrêmement altérable aurait pour formule $C^{14}H^{20}O^2$. L'auteur donne ses propriétés et étudie ses principaux sels. — M. **Colson** rappelle que M. Moutier a signalé la nécessité de classer les corps par groupes pour étudier leurs propriétés dynamiques; ses recherches sur les dissolutions benzéniques confirment les conclusions de M. Moutier, déduites de la Thermodynamique. De ses recherches l'auteur déduit que, si la formule de Clapeyron est applicable aux dissolutions, tout revient à définir L et surtout v' et v, dans

$$L = A(273 + t)(v' - v)\frac{dp}{dt}.$$

Ces variables appartenant à des dissolutions benzéniques de corps différents et non à des dissolutions différentes d'un même corps, ces définitions paraissent difficiles et incertaines. — M. Béhal présente deux notes de M. **Apéry**. Dans la première l'auteur signale comme réactif de l'aloès la belle couleur brun-marron que donne le perchlorure de fer avec une solution de ce corps. Il signale, dans la seconde, ce fait que, lorsqu'on chauffe une solution très diluée de perchlorure ferrique, elle devient jaune d'or. Si l'on ajoute 1-2 gouttes de perchlorure de fer dans une quantité d'eau telle que la solution obtenue paraisse incolore, en chauffant la partie supérieure on constate une coloration jaunâtre. Cette réaction est très sensible. — M. **Genvresse** a adressé une note sur le disulfure de trioxyphénylène. — M. **Berlemont** présente une trompe à garniture métallique. — M. **Rabaut** a envoyé une note sur quelques phénylsulfamides. — M. **Maumené** fait une communication sur l'action de l'acide sulfureux sur l'hyposulfite de soude.

E. Charon.

Section de Nancy.

MM. **Haller** et **Minguin**, en traitant de l'isonitrosocamphre par du chlorure d'acétyle, ont obtenu un composé répondant à la formule $C^{20}H^{28}Az^2O^3$ et un acide $C^{10}H^{15}AzO^2$. Ils ont reconnu que ce dernier n'était autre chose que le mononitrile de l'acide camphorique, tandis que le premier en était l'anhydride correspondant. Chauffé avec une solution de potasse, le corps $C^{20}H^{28}Az^2O^3$ se scinde, en effet, en deux molécules du composé $C^{10}H^{15}AzO^2$:

$$C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\CO-O-CO\end{cases}\begin{matrix}CAz\\\rangle C^8H^{14}\end{matrix}+2KOH=2C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\COOK\end{cases}+H^2O.$$

Inversement, l'acide

$$C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\COOH\end{cases},$$

chauffé au bain-marie avec une molécule d'isocyanate de phényle, régénère l'anhydride avec formation de diphénylurée :

$$2C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\COOH\end{cases}+2Az\begin{cases}CO\\C^6H^5\end{cases}$$

$$=CO(AzH^{\cdot}C^6H^5)^2+C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\CO-O-CO\end{cases}\begin{matrix}CAz\\\rangle C^8H^{14}\end{matrix}+CO^2.$$

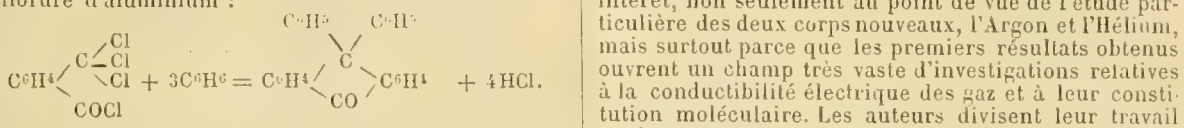
Chauffe-t-on à une température plus élevée, la diphénylurée réagit sur l'anhydride pour donner, suivant le mécanisme déjà indiqué par l'un deux, l'anilide :

$$\begin{matrix}C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\CO\end{cases}\\C^8H^{14}\begin{cases}CO\\CAz\end{cases}\end{matrix}\rangle O+CO\begin{cases}AzHC^6H^5\\AzHC^6H^5\end{cases}=CO^2+2C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\COAzHC^6H^5.\end{cases}$$

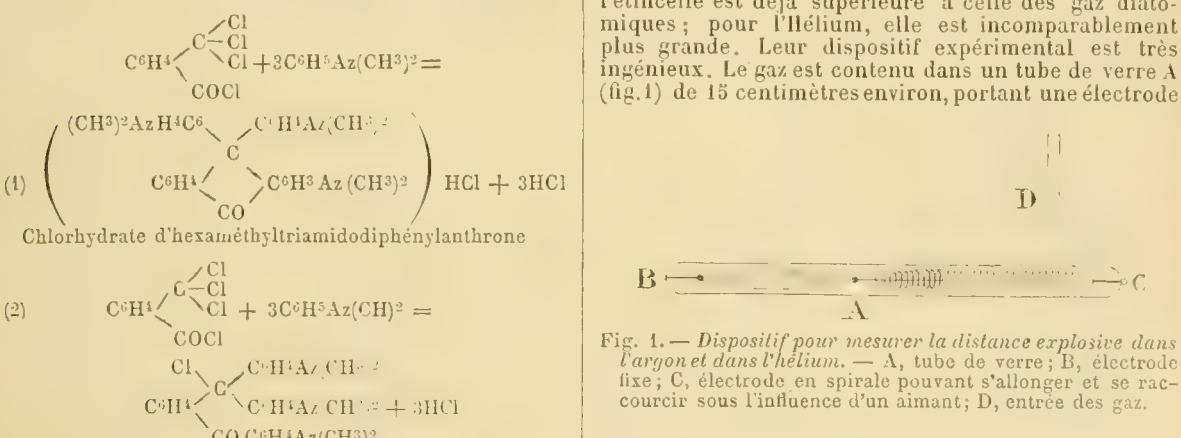
Enfin l'acide chauffé avec une solution concentrée de potasse donne lieu à un dégagement d'ammoniaque et formation d'acide camphorique qui a été transformé en anhydride au moyen du chlorure d'acétyle. Ces recherches avaient pour but la préparation de l'acide aminocampholique qui, traité par de l'acide azoteux, devrait fournir la campholide α, déjà préparée par l'un des auteurs, ou son isomère β; mais MM. Oddo et G. Leonardi, dans un très beau travail, viennent de préparer par l'action du chlorure d'acétyle sur l'isonitrosocamphre le mononitrile de l'acide camphorique, ainsi que son anhydride. Le mononitrile réduit a fourni de l'acide aminocampholique qui, avec l'acide nitreux, a donné une campholide. — MM. **Haller** et **Minguin** communiquent encore leurs recherches sur des dérivés bromés des benzal et benzylcamphres. Avec le benzalcamphre, au sein d'une solution de sulfure de carbone, on obtient un dérivé $C^{17}H^{21}BrO$ fondant à 82° et ayant le p. r. $\alpha^D = 7'$. Ce même dérivé se forme quand on chauffe du benzylcamphre avec du brome. Point de fusion 8°. Pouvoir rotatoire + 32°. Mais, indépendamment de ce corps il se forme, dans cette dernière réaction, un composé bibromé $C^{17}H^{20}Br^2O$ qui bout à 92° et qui possède le p. r. $\alpha = +61°$. Traite-t-on au contraire la benzylidène camphre en solution dans l'acide acétique soit par HBr, soit par HCl, soit par HI, on obtient, par précipitation avec l'eau, un composé acide, bien cristallisé, qui répond à la formule $C^{17}H^{24}O^3$. Cet acide s'est donc formé par addition de deux molécules d'eau à une molécule de benzylidène camphre. Il fond à 206° et donne par oxydation de l'acide camphorique et de l'acide benzoïque. Sa constitution peut être représentée provisoirement par l'une ou l'autre des deux formules :

$$C^8H^{14}\begin{cases}CHOH-CH^2-C^6H^5\\COOH\end{cases}\quad\text{ou}\quad C^8H^{14}\begin{cases}CH^2-CHOH.C^6H^5\\COOH.\end{cases}$$

MM. **A. Haller** et **A. Guyot** ont signalé autrefois que le chlorure de phtalyle, même purifié avec soin, renferme toujours des traces de tétrachlorure de phtalyle, et ont montré que c'était à la présence de ce corps, qu'était due la formation de la diphénylanthrone quand on traite la benzine par ce chlorure en présence de chlorure d'aluminium :



Ayant eu à préparer du *vert phtalique* d'après la méthode de M. E. Fischer (action du dichlorure de phtalyle sur la diméthylaniline en présence de chlorure de zinc), les auteurs n'ont obtenu que des traces de ce corps d'après cette méthode et ont conclu que la formation du vert, en aussi petites quantités, n'était peut-être due qu'à la présence de tétrachlorure de phtalyle dans le dichlorure employé. Ils ont donc fait agir, au sein du sulfure de carbone, du *tétrachlorure de phtalyle pur* et fondant à 88° sur la diméthylaniline en présence de chlorure d'aluminium et ont observé la formation d'une matière colorante verte dont le chlorhydrate se dépose en petites aiguilles à reflets cuivrés quand on reprend le produit de la réaction par l'eau. L'azotate se présente en paillettes dorées peu solubles dans l'eau. L'analyse de ces deux sels conduit à donner à la base libre la formule brute $C^{32}H^{35}O^2Az^3$. Quant au mode de formation de ce corps et par suite à sa constitution, on peut les représenter par les deux équations suivantes :



Chlorhydrate d'hexaméthyltriamidodiphénylanthrone

Vert malachite substitué en ortho par $COC^6H^4Az(CH^3)^2$.

La première interprétation est calquée sur la formation de la diphénylanthrone dans des conditions semblables où, au lieu de diméthylaniline, on emploie de la benzine. La seconde nous a été suggérée par M. Rosenstiehl et fait de ce vert un dérivé du vert malachite. Si l'on suppose en effet que le tétrachlorure de phtalyle agit comme du phénylchloroforme ortho substitué et qu'on se rappelle la formation du vert malachite au moyen de ce phénylchloroforme et de la diméthylaniline, l'interprétation de M. Rosenstiehl se justifie. Il nous reste maintenant à démontrer qu'il en est bien ainsi ; nous nous proposons de faire la démonstration par plusieurs voies. Mais ce vert ainsi obtenu ne concorde pas comme composition avec celui de M. Fischer. Les traces de ce corps qui se forment dans les conditions indiquées par le savant allemand ne nous ont pas permis de le comparer avec notre produit. — M. **Arth** expose les résultats comparatifs qu'il a trouvés pour le pouvoir calorifique des houilles de Bascoup par le calcul d'après la règle de Dulong et par la combustion dans l'obus de M. Mahler. Pour les treize couches de cette localité, la différence la plus grande entre les deux valeurs n'atteint pas 0,5 °/₀ du nombre trouvé par l'obus. A. HALLER.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

MM. J. N. Collie et **William Ramsay**. — **Action des décharges électriques sur l'Argon et l'Hélium.** — Ce mémoire présente un très grand intérêt, non seulement au point de vue de l'étude particulière des deux corps nouveaux, l'Argon et l'Hélium, mais surtout parce que les premiers résultats obtenus ouvrent un champ très vaste d'investigations relatives à la conductibilité électrique des gaz et à leur constitution moléculaire. Les auteurs divisent leur travail en deux parties. Dans une première série d'expériences, ils comparent les distances explosives de l'étincelle d'induction dans l'Argon et l'Hélium sous la pression normale, à celles des autres gaz ; ils déterminent en outre, pour chaque gaz, la pression à partir de laquelle l'étincelle se transforme en effluve. Dans une seconde série, ils recherchent quelle est la proportion de gaz dont on peut déceler la présence dans un excès d'un autre gaz par l'analyse spectroscopique. — M. Natterer avait énoncé (*Wied. Ann.*, 1889, page 663) que, pour une certaine différence de potentiel, la distance explosive dans un gaz varie en sens inverse de son atomicité ; ainsi, dans la vapeur de mercure qui est monoatomique, cette distance est plus grande que dans l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le protoxyde de carbone qui sont diatomiques, et dans ces gaz plus grande que dans des corps à molécule plus complexe. Sur le conseil de ce savant, les auteurs ont étudié l'Argon et l'Hélium : pour l'Argon, la longueur de l'étincelle est déjà supérieure à celle des gaz diatomiques ; pour l'Hélium, elle est incomparablement plus grande. Leur dispositif expérimental est très ingénieux. Le gaz est contenu dans un tube de verre A (fig. 1) de 15 centimètres environ, portant une électrode

Fig. 1. — *Dispositif pour mesurer la distance explosive dans l'argon et dans l'hélium.* — A, tube de verre ; B, électrode fixe ; C, électrode en spirale pouvant s'allonger et se raccourcir sous l'influence d'un aimant ; D, entrée des gaz.

de platine fixe B ; l'autre électrode est portée par une spirale C, et entourée d'un petit capuchon de verre contenant un morceau de fer. A l'aide d'un aimant extérieur, on peut tirer ou replier la spirale et faire varier la distance des électrodes. La longueur mesurée n'était pas celle qui correspondait à l'apparition d'une étincelle isolée, mais à une série continue d'étincelles, ce qui donnait des résultats bien plus concordants (à un demi-millimètre près). Voici les résultats obtenus pour les gaz suivants soigneusement purifiés :

Oxygène	[illegible]
Air	[illegible]
Hydrogène	[illegible]
Azote	[illegible]
Hélium	250 à 300 probablement

Pour ce dernier, le tube à électrode mobile était trop court ; mais on a pu constater avec d'autres la grande longueur de l'étincelle, ce qui est un point très remarquable. La suite des expériences permettra d'en proposer une explication. Au cours de ces expériences, les auteurs ont été conduits accidentellement à reconnaître que, pour chaque gaz, la pression diminuant, il existe une limite à partir de laquelle la décharge change de caractère ; les étincelles font place à un

effluve ayant l'apparence d'un ruban lumineux strié. Les pressions limites sont les suivantes :

Air	73 ou 74 m/m
Hydrogène	42 ou 43
Oxygène	81 m/m
Oxyde de carbone	49
Anhydride carbonique	92 ou 94 m/m
Cyanogène	23
Azote	33
Hélium	1270

L'Hélium se comporte donc encore d'une façon particulière. — Les dernières expériences portent sur la visibilité du spectre d'un gaz en présence d'un autre et furent entreprises pour préciser jusqu'à quel point l'étude du spectre permet de juger de la pureté d'un gaz. La méthode expérimentale mérite de fixer l'attention. Une pompe à mercure A (fig. 2) communique

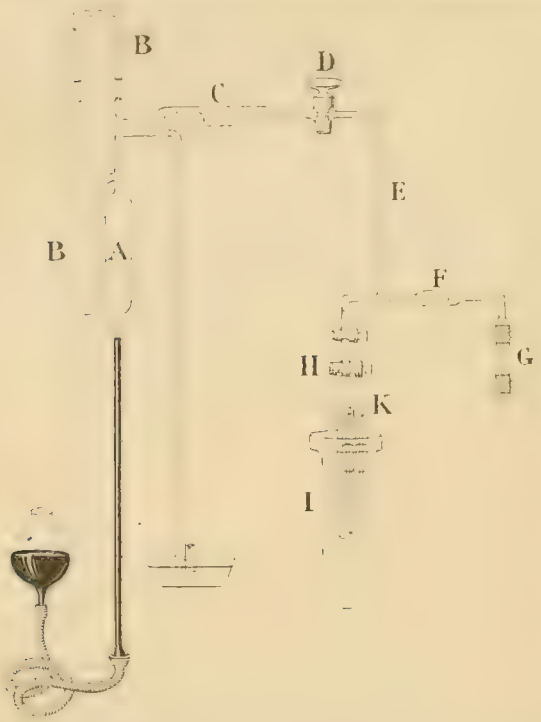


Fig. 2. — *Dispositif pour étudier la visibilité du spectre d'un gaz en présence d'un autre gaz.* — A, pompe à mercure; B, E, tubes; C, F, réservoirs desséchants à anhydride phosphorique; D, H, robinets; G, tube à vide entouré d'armatures métalliques pour la production du spectre; K, tubes effilés contenant les gaz; I, cuve à mercure.

par le tube B avec un réservoir desséchant C à anhydride phosphorique fermé par un robinet D; le tout a un volume de 290 cc. Le reste de l'appareil, tube E, tube desséchant F, tube vide G jusqu'au robinet H, cube 57,5 cc, soit à peu près 1/6 du volume total. Une extrême précision n'étant pas indispensable, on peut admettre qu'en traversant le robinet D pour entrer dans la pompe, le gaz est amené à une pression six fois plus faible. Les deux renflements du tube vide G sont entourés de plaques métalliques sur lesquelles s'enroulent deux fils reliés à une bobine d'induction. Pour l'introduction des gaz, le robinet à deux voies H est en relation avec deux tubes en U à pointes très effilées (fig. 3), fermées à la lampe et arrivant dans deux éprouvettes K remplies de gaz sur la cuve à mercure I. On commence par faire le vide dans tout l'appareil, y compris les tubes en U qui sont fermés; on casse la pointe effilée sur la paroi de l'éprouvette et le tube en U correspondant se remplit de gaz. L'intervalle entre H et le robinet voisin est de 0,066 cc.; on peut donc, en manœuvrant ces deux robinets, introduire dans l'appareil du gaz par fraction de 0,066 cc. Le second tube en U permet d'amener un autre gaz. On peut ainsi opérer soit sur un gaz unique à pression

Fig. 3. — *Tube à pointe effilée contenant le gaz* (K. de la fig. 2).

variable et parfaitement déterminé, soit sur des mélanges en proportions connues et sous pression également connue. Voici les résultats :

Proportions de gaz reconnaissables dans un mélange.

Hélium dans l'Hydrogène	33 %	d'Hélium invisible à 2 m/m,16
» »	10	» à peine visible, basse pression
Hydrogène dans l'Hélium	0.001	Hydrogène visible à toutes pressions
Azote dans l'Hélium	0.01	Azote à peine visible
Hélium dans l'Azote	10.00	Hélium difficilement visible
Argon dans l'Hélium	0.06	à peine visible à toutes pressions
Hélium dans l'Argon	33.0	invisible à 2 m/m,62 de pres.
» »	25.0	invisible à 0 m/m,58 pression
Azote dans l'Argon	0.42	invisible à 0 m/m,17 »
» »	0.08	invisible à 0 m/m,18 »
Argon dans l'Azote	37.0	Argon à peine visible
Argon dans l'Oxygène	2.3	difficilement visible à 1 m/m,40

En résumé, il faut de notables proportions d'Argon ou d'Hélium mêlés à l'Azote ou à l'Hydrogène pour que leurs spectres soient visibles, tandis que de très faibles doses d'Azote ou d'Hydrogène sont visibles dans l'Argon ou l'Hélium; un léger accroissement de pression accroît d'une manière très sensible la visibilité de l'Azote dans ces derniers gaz. Enfin, il faut beaucoup d'Hélium pour être visible dans un excès d'Argon et des traces d'Argon apparaissent dans un excès d'Hélium.— En rapprochant et coordonnant les résultats de ces diverses recherches, les auteurs sont conduits à ces conclusions : Sous la pression normale, la décharge électrique traverse bien plus facilement l'Hélium que les autres gaz; l'Argon est moins conducteur que l'Azote. Ils en proposent une explication, en adoptant l'hypothèse, qui d'ailleurs ne paraît pas sans fondement, que sur son passage la décharge détermine une sorte d'électrolyse; la molécule d'un gaz diatomique comme l'Hydrogène serait dédoublée en ions; cette dissociation ne serait que partielle sous la pression normale et serait plus complète pour de faibles pressions. Or, la conductibilité des gaz ou la convection de la décharge par les atomes gazeux doit dépendre : 1° du nombre des ions ou atomes mis en liberté; 2° de leurs vitesses relatives, qu'on peut considérer comme proportionnelles aux racines carrées des densités. Il va en résulter des conséquences concordant avec l'expérience. Pour les gaz diatomiques comme l'Hydrogène, l'Oxygène, l'Azote, la dissociation moléculaire en ions croît quand la pression diminue; le nombre d'atomes libres augmentant, la conductibilité doit bien augmenter. Pour les gaz monoatomiques, ou supposés tels : l'Argon et l'Hélium, les atomes étant libres dès la pression normale, la conductibilité doit être bien plus grande que pour les autres gaz; elle est plus grande pour l'Hélium que pour l'Argon à cause de la différence des densités. La pression diminuant, l'état moléculaire ne semble pas être modifié sensiblement et leur densité varie; il y a diminution de conductibilité par rapport aux gaz diatomiques. Ce qui reste inexplicable, c'est la différence entre l'Argon et l'Hélium aux faibles pressions. Les auteurs n'attribuent pas une importance ni une valeur exagérées à ces considérations hypothétiques, mais elles ont leur intérêt en ce sens qu'elles peuvent conduire à de nouvelles recherches sur la conductibilité relative des gaz. Le travail de MM. Collie et Ramsay en indique d'avance la méthode expérimentale.

CHRONIQUE

LA PRÉVISION ASTRONOMIQUE DU CYCLONE DU 26 JUILLET 1896

Depuis 1875, je me suis occupé des relations qui existent entre l'état de la surface solaire et les phénomènes atmosphériques et sismiques de notre planète. Cette étude m'a conduit à constater des faits qui peuvent servir à prévoir les perturbations terrestres. Tout récemment, j'ai fait l'application de cette méthode à la prévision, cinq jours à l'avance, du cyclone qui, le 26 juillet dernier, a tant effrayé les Parisiens.

Les observations journalières sur lesquelles la méthode est fondée ont trait aux rapports constants que j'ai cru saisir entre deux ordres de phénomènes : d'une part la périodicité de formation des taches, protubérances et facules du Soleil; d'autre part, la formation des cyclones terrestres, l'apparition de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques.

Les perturbations terrestres causées par le Soleil m'ont paru résulter de l'action inductrice de cet astre sur la Terre et les autres planètes. Pourtant, en dehors des périodes d'activité solaire maxima, on constate des perturbations de notre atmosphère. Mais il convient de remarquer que les perturbations qui se produisent dans ce cas sont toujours en coïncidence avec des passages d'étoiles filantes à travers notre atmosphère. Ces passages y causent des troubles profonds, parce qu'entrant dans l'atmosphère terrestre avec un potentiel électrique très différent de celui de la Terre, les bolides donnent lieu à de puissantes décharges d'électricité. C'est donc bien à ces deux causes cosmiques que sont dues les grandes perturbations d'origine cosmique dans l'atmosphère et dans les couches intérieures du globe encore fluides.

On sait que les météorologistes admettent que la surface du Soleil est parcourue par de vastes mouvements tourbillonnaires; or j'ai constaté que de tels mouvements se produisent aussi sous l'influence des décharges électriques et découvert que l'action de ces tourbillons se fait sentir tous les 12,6 jours, parce que le Soleil tourne autour de son axe en $12,6 \times 2 = 25,2$ jours. Après chaque demi-rotation du Soleil autour de son axe, un des deux centres de perturbation maxima de cet astre se trouve en face de la Terre au méridien central du disque solaire, c'est-à-dire à sa moindre distance d'un certain lieu de la surface terrestre.

De son côté, M. Janssen a montré qu'il y a, près de l'équateur solaire, à 7°, à peu près, une zone de perturbation maxima où se forment de préférence les taches très étendues dites *cyclonales*, montrant un mouvement rapide, tourbillonnaire et de grande activité. L'année terrestre de 365,242 jours contient exactement 29 fois la durée d'une demi-rotation du Soleil, qui est précisément 12,5935 jours à l'équateur solaire. De même 7 demi-rotations du Soleil font exactement l'année de Mercure; 18, l'année de Vénus, etc.[1]. C'est donc la même action du Soleil qui s'exerce sur toutes les planètes.

L'influence solaire produit une zone analogue de perturbations maxima sur la Terre. En effet, à la latitude de 18° nord, se trouvent deux centres de plus grandes perturbations atmosphériques près de l'île Saint-Thomas, où se trouve l'origine des cyclones d'Amérique, et exactement par 180 degrés de longitude est situé l'autre centre de perturbations, à la même latitude 18° Nord dans la mer indo-chinoise, où les typhons de l'Inde orientale prennent naissance.

Outre cette période de 12,6 jours due à la rotation solaire, s'en trouve une autre, qui est de longue échéance: la période de 10,6 ans à peu près, période de l'activité maxima du Soleil, de la formation maxima des taches, des protubérances et des facules à la surface de cet astre. Ainsi les perturbations reprennent un surcroît d'activité après chaque laps de 10,6 ans, de même que les éclipses solaires et lunaires reviennent dans le même ordre après une période de 18 ans.

Les figures 1 à 7 (page 764) montrent un certain nombre de perturbations solaires et les légendes indiquent les phénomènes atmosphériques correspondants qui se sont produits sur notre planète.

Comparons mes observations de 1886 à celles de 1896, ces dernières faites, comme on voit, pendant la dix-septième période solaire du 22 juillet, suivie du passage des essaims périodiques d'étoiles filantes, très connus et bien étudiés au Brésil du 20 et du 26 au 29 juillet; nous trouvons à peu près le même état du ciel à ces deux époques distantes de dix années. Voici les faits :

1. — *Période de* 1886. — 19 Juillet. Tempête effroyable en France à l'Est; les vignes et les arbres fruitiers détruits.

Le 20. Orage épouvantable de neige au Labrador : 15.000 hommes se trouvent isolés, privés de toute communication, en proie à la famine.

Le 21. En Bohême, température énormément élevée, de 30°,1c à l'ombre; à Prague plusieurs averses et orages pendant le jour.

Du 22 au 23. Orages généraux en Bohême, en Moravie et en Bavière; à Olmütz, grains de grêle pesant 20 déca, les arbres et les supports de fils télégraphiques brisés, orage et averses causent grands dommages aux montagnes du Taunus et en Westphalie, beaucoup de morts et blessés. Avalanches de pierres causant grands dommages à Windisch-Matrei en Styrie; orages violents à Vienne, Munich, Wiesbaden, Chemnitz, Breslau et Berlin.

Du 25 au 27 juillet. Une série d'orages épouvantables en Bohême, grêlons de la grandeur des œufs de pigeon causant grands dommages. Orages violents en Hongrie, à Ischl et à Karlsruhe; *ouragan à Leeds, en Angleterre, avec ondée épouvantable le* 26 *juillet au soir*; le 27 juillet en Bohême, orage violent avec coups de foudre causant des incendies.

La photographie journalière du Soleil à l'aide d'une lentille aplanétique de Steinheil 14mm96 vient en aide à la prévision du temps, au moyen de la période solaire de courte et longue échéance et au moyen des passages périodiques des essaims d'étoiles filantes. Il se forme autour de l'image solaire (négatifs) des zones plus ou moins blanches, circulaires, elliptiques, même paraboliques en forme des queues de comètes. Ces zones montrent, à l'intérieur, des spires plus ou moins foncées, et le tout représente la tranche de cyclones s'interposant entre nous et le Soleil de forme conique. En effet, les zones se montrèrent, depuis le 18 juillet 1886 à 10 h. 30, de 2 à 5 diamètres solaires, grisâtres et elliptiques.

Le 19 juillet à 2 h. 20 pendant une chaleur de 49°C. à l'ombre, zones très nettes elliptiques et grisâtres. On voit à la surface du soleil un groupe de taches très grandes et étendues.

Le 20 juillet à 9 h. 45. Chaleur étouffante, zones rougeâtres elliptiques de 3 à 4 diamètres solaires.

Le 21 juillet à 3 h. 30. Zones elliptiques grisâtres de 1 à 5 diamètres solaires.

Le 22 juillet. Trois orages violents, avec des coups de foudre violents à Prague pendant la journée.

Le 23 juillet à 10 h. 5, 10 h. 10, 10 h. 25 et à 10 h. 45. Zones énormes en forme de flammes recourbées très blanches, de 4 à 6 diamètres solaires; bourrasques et ondées à Prague à 5 heures après midi et à la nuit.

Le 24 juillet à 10 h. 40. Zones très blanches elliptiques.

Le 25 juillet, à 1 h. 40. Zones énormes en forme de flammes de 6 diamètres solaires.

Le 26 juillet à 10 h. 50. Zones très blanches elliptiques.

Le 27 juillet à 10 h. 40. Zones blanches circulaires de 3 diamètres solaires; à 4 h. 15 de l'après-midi, bourrasques et averses à Prague.

Le 29 juillet à 1 h. 35. Zones très nettes, blanches, ovales, de 5 diamètres solaires.

On voit que les zones d'absorption dans les photographies solaires ont commencé d'agrandir depuis le 20 juillet pour obtenir leur étendue maxima le 26 juillet, et indiquant ainsi d'avance l'arrivée des grandes perturbations fin juillet 1886.

Même période en 1896. — Le 19 juillet à 10 h. 45, par un ciel nuageux, zones circulaires grisâtres de 2 diamètres solaires; à 1 h. 35, éclaircie, zones énormes de 3 à 5 diamètres solaires, blanc de neige, coniques.

Le 20 juillet, à 9 h. 25. Zones circulaires, blanc de neige, de 3 diamètres solaires.

[1] Voir : *Le système du Monde électrodynamique*, Paris, 1893, chez Georges Carré.

Le 21 juillet à 9 h. 55. Zones en forme de comètes, énormes, grisâtres, de 4 diamètres solaires, perturbation magnétique.

Le 22 juillet. Chaleur accablante, zones énormes, dentelées, spiraloïdes à l'intérieur, de 4 à 5 diamètres solaires, elliptiques. A 12 h. 15 de l'après-midi, court orage avec ondée à Prague, orage épouvantable causant par la chute de grêlons d'énormes dommages à la vallée d'Elbe.

Le 23 juillet. Parti de Prague pour Paris, arrivant à Paris le 26 vers 6 h. 15, j'ai pu observer à 4 heures après midi la formation de nuages tourbillonnants au zenith et très foncés, à peu près noirs, et deux trombes atmosphériques descendant vers 4 h. 35 de ces nuages mouvementés, et détruisant en marche les récoltes, les arbres et broussailles sur son chemin; une odeur d'ozone assez forte se fait sentir pendant la chute de la grêle indiquant ainsi l'origine électrique de ces trombes.

Le 25 juillet. Orage violent au département d'Auch, causant des ravages par la grêle plus grosse que des noix; les beaux vignobles d'Armagnac sont anéantis. Orage et grêle détruisant les récoltes autour d'Angoulême. Beaucoup d'incendies au même jour en France. Vent fort sur les bords de l'Océan.

Le 26 juillet, vers 4 heures, cyclone à Paris, avec trombe d'eau, avec grêlons d'une grosseur extraordinaire, brisant les vieux arbres du jardin zoologique, des boulevards et renversant une maison, une fillette tuée raide, et renversant une grue de 25.000 kilogrammes à la gare de Lyon. Quatre ballons qui y étaient sur Paris étaient sérieusement avariés par l'orage, 2 aéronautes morts, 5 blessés. Les environs de Paris étaient sérieusement atteints.

On voit que le même jour, en 1886 au soir, le cyclone et les ondées ont ravagé Leeds en Angleterre. A Paris, et dans la France entière, pendant la nuit du 26 au 27 juillet 1896, des orages d'une violence extraordinaire ont éclaté, comme le 26 et 27 juillet 1886.

Avant de quitter Prague, j'ai donc pu annoncer, me fondant sur des données fournies par la photographie du Soleil, que j'arriverais en plein orage à Paris, et j'ai pu prédire du mauvais temps en général sur toute l'Europe du 8 au 10 août 1896 et, par conséquent, l'invisibilité de l'éclipse en Norvège et peut-être aussi au Japon. Au commencement de juillet, d'ailleurs, j'ai reçu une lettre du savant directeur du *Lick Observatory* qui m'engageait d'aller photographier en Norvège l'éclipse solaire; mais j'ai pu, en m'appuyant sur les observations météorologiques de 1886, répondre que ce serait là chose inutile, tandis qu'au Japon on aurait quelque chance de succès, et c'est ce qui est arrivé. — De même, le temps effroyable, qui a commencé le 20-21 août (passage des étoiles filantes) jusqu'au 27 août (jour de la période solaire), confirme par sa ressemblance avec les faits de 1886 les périodes indiquées.

Qu'il me soit permis de faire remarquer que ma méthode m'a permis de prédire le grand cyclone de Nancy et de Trèves (Trier), le 10 août 1886, le grand cyclone de la même année en Angleterre, Belgique et Allemagne, que j'ai prédit cinq jours d'avance, le grand cyclone qui, en 1895, a eu lieu ce même jour du 10 août, à Bordeaux, et enfin le cyclone de Prague du 25 juin dernier.

Ch. W. Zenger,
Directeur de l'Observatoire de Prague.

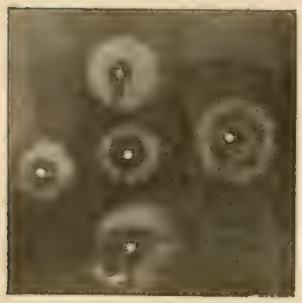


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1 : *Période solaire du 5 mars; zones énormes doubles en queues de comète.* Du 5 au 8 mars, perturbations magnétiques; du 6 au 7 mars, averses de pluie et orage de neige; à la nuit du 6, forte tempête et tourbillons de neige de 6 à 7 heures du soir, le 7. — Fig. 2 : *Période d'activité solaire du 18 mars.* Le 19 mars, chaleur accablante de 27°C.; ondée; destruction de la vallée de Roxmital en Bohême ; dépression de 720 mm. à Prague. — Fig. 3 : *Aspect du soleil le 22 mars à 11 h.; deux zones d'absorption en queues de comète.* Cette observation fut faite pendant une éclaircie qui suivit les pluies énormes qui eurent lieu du 19 au 22 mars, à la suite de la période solaire du 18 mars (fig. 2).

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 4 : *Période solaire du 24 avril (1 h. 40 m.).* Passage des essaims périodiques d'étoiles filantes du 19 au 23 avril. Le 24, tempête et averses à Prague. — Fig. 5 : *Aspect du soleil le 25 mars à 1 h. 25; deux zones d'absorption.* Perturbation magnétique. — Fig. 6 : *Période solaire du 7 mai; deux zones en queues de comète, le 8. à 8 h. 45.* Averses énormes et perturbations magnétiques. — Fig. 7 : *Période solaire du 20 mai (10 h. 23); zones énormes en forme d'éclairs.* Forte perturbation magnétique, dépression barométrique énorme; 3 orages violents à Prague dans la journée du 20 mai, à 11 h. 30 du matin, l'après-midi et le soir ; du 21 au 26 mai, pluie incessante.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

7e ANNÉE N° 18 30 SEPTEMBRE 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE CENTENAIRE DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

La *Bibliothèque universelle* vient de consacrer, par une petite fête de famille, l'entrée dans le deuxième siècle de son existence, et nous sommes heureux de pouvoir, à cette occasion, envoyer à ses éminents directeurs l'hommage de notre sympathie et de nos vœux pour la prospérité de l'œuvre qu'ils poursuivent avec tant de dévouement et un succès si mérité.

Dans la grande crise de transformation que subit l'Europe à la fin du XVIIIe siècle, il se trouva, dans la petite république de Genève, un groupe de citoyens éclairés, désireux de rassembler des forces éparses autour d'une publication littéraire et scientifique, et de les utiliser pour le bien de tous. Charles Pictet de Rochemont fut l'âme de cette nouvelle création; il eut pour collaborateurs de la première heure son frère, Marc-Auguste Pictet, et Frédéric-Guillaume Maurice. La Revue, créée en 1796 sous le nom de *Bibliothèque britannique*, avait pour but premier de faire connaître l'Angleterre au continent, à une époque où la politique avait isolé la grande île.

Dès ses débuts, la *Bibliothèque britannique* eut la main heureuse : deux ans après sa fondation, elle signalait la première la grande découverte de Jenner; la *petite vérole des vaches* fut décrite par le Dr Odier dès l'année 1798; peu après, elle fut mise en pratique à Genève, et c'est de là qu'elle se répandit en Europe.

Au bout de peu de temps, la nouvelle publication avait gagné à tel point l'estime du public, que M. de Talleyrand, faisant allusion au peu de sympathie de Napoléon pour la Revue genevoise, put dire à Pictet de Rochemont, qu'il rencontra au Congrès de Vienne : « Au point où vous aviez l'opinion pour vous, c'eût été un coup d'Etat de vous supprimer. »

Depuis la séparation de la Revue en deux recueils distincts, la *Bibliothèque universelle et Revue suisse* et les *Archives des Sciences physiques et naturelles*, la tendance imprimée par Pictet de Rochemont à son œuvre s'est maintenue en s'élargissant. La partie scientifique, tout en faisant une large place aux travaux de toute nature qui voient le jour sur le sol helvétique, a entrepris de faire connaître aux lecteurs de langue française un certain nombre de questions auxquelles elle s'est plus particulièrement consacrée. Comme autrefois pour la vaccine, les découvertes étrangères trouvèrent à Genève un sol propice : il nous suffira de citer, dans ces dernières années, la part prise par les savants genevois, et plus particulièrement par M. Ed. Sarasin, directeur des *Archives*, et par son éminent collaborateur, M. L. de la Rive, à l'extension des découvertes de Hertz. La Géologie suisse, si intéressante à tous égards, est tout entière contenue dans les *Archives*, où les travaux suisses ont été patiemment rassemblés et analysés dans des revisions annuelles. C'est en partie aux *Archives* que l'on doit d'avoir alimenté à Genève ce foyer d'intellectualité qui fait tenir en si grand honneur la cité du Léman. Il suffirait de rappeler les noms des Pictet, des de Saussure, des Colladon, des de Candolle, des Marignac, des Soret, des Favre, pour évoquer l'idée d'une pléiade de savants comme aucune ville d'égale étendue n'en a produits.

De son côté, la *Bibliothèque universelle et Revue suisse*, qui se publie à Lausanne, sous la direction éclairée de M. Ed. Tallichet, poursuit sans interruption son œuvre digne du passé de la Revue. La stricte neutralité de la Suisse lui fait une place à part, en laissant son jugement plus libre; elle se trouve ainsi, mieux qu'aucune publication étrangère, en mesure de rapporter les événements sans la passion qui, trop souvent, tend à les déformer. Plus d'une fois, dans ces dernières années, nos grands journaux ont reproduit ses articles très documentés, et écrits avec un bon sens et une impartialité qui les rendaient précieux à ceux qui désirent avant tout connaître la vérité. A plusieurs reprises, dans les luttes politiques de la Suisse, ses magistrats les plus éminents et le président de la Confédération lui-même n'ont pas dédaigné de faire connaître, dans les pages de la *Bibliothèque universelle*, leur opinion personnelle sur la politique du pays; et leurs travaux ont rapidement dépassé les frontières de l'Helvétie, car, dans la grande évolution de la politique actuelle, la plus ancienne république de l'Europe est demeurée à la tête du mouvement pacifique, tout en évitant, grâce au bon sens du peuple suisse, les égarements qui ont trop souvent signalé toute transformation dans d'autres pays.

Ce n'est pas le moindre des services que nous rend la *Bibliothèque universelle* de nous faire connaître les modifications de l'état politique de la Suisse et la façon dont ce petit peuple, l'un des plus instruits non seulement de l'Europe, mais du monde, essaie de résoudre les problèmes sociologiques actuels. LA REVUE.

630

LES CARTES AGRONOMIQUES COMMUNALES

La question des cartes agronomiques communales a été mise à l'étude en France depuis peu d'années; elle a déjà suscité d'intéressants travaux, et l'on peut espérer que l'exemple donné par quelques communes et par quelques sociétés d'agriculture trouvera d'ici peu beaucoup d'imitateurs. Je me propose de faire ici un exposé rapide de l'état de cette question.

I

Les plantes ne peuvent se développer et donner des récoltes que si elles trouvent, soit dans le sol végétal où elles poussent leurs racines, soit dans l'eau qui vient à leur contact, soit dans l'air qui les environne, les éléments nécessaires pour leur végétation et leur fructification.

Certains de ces éléments, l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et même l'azote, dans des conditions données, peuvent être fournis par l'air ou par l'eau; mais d'autres ne peuvent être empruntés qu'au sol végétal. Tels sont les éléments qu'on appelle les éléments minéraux : acide phosphorique, acide sulfurique, potasse, chaux, magnésie, fer, manganèse et quelques autres encore, qu'on trouve dans les plantes par l'analyse chimique.

Lorsque le sol ne renferme pas, en quantité suffisante et sous la forme où ils sont disponibles pour les plantes, les éléments nécessaires aux récoltes, il est indispensable de les y introduire; si une partie seulement fait défaut, cette partie au moins doit être apportée du dehors, sous forme d'engrais ou d'amendements.

Qu'est-ce qui fera connaître au cultivateur l'absence ou l'insuffisance dans sa terre de tel ou tel élément utile? Comment jugera-t-il si l'introduction de tel engrais est une dépense nécessaire, dont il sera amplement récompensé par la récolte à venir, ou si, au contraire, ces éléments se trouvent déjà dans le sol naturel et s'il est inutile de faire la dépense de cet engrais ?

Il peut l'apprendre de deux façons. Un premier moyen est un essai de culture directe, fait avec méthode sur des parcelles de terre distinctes. Il établira la culture en question, dans l'une sans addition d'aucun engrais, dans les autres en essayant séparément et comparativement divers engrais. C'est ce qu'on a appelé l'*analyse du sol par les plantes*, méthode excellente en ce qu'elle est de nature à apporter la conviction dans l'esprit du cultivateur (si toutefois l'essai n'est pas contrarié par les intempéries atmosphériques), mais qui nécessite un temps assez long, de nombreux tâtonnements et l'intervention d'un agronome très expert pour en déduire les conséquences.

Le second moyen d'information pour le cultivateur est l'*analyse chimique du sol*. Celle-ci a besoin d'être faite par un homme de l'art dans un laboratoire et d'être ensuite bien interprétée; mais elle a l'avantage de s'exécuter en un temps relativement court et de n'être pas contrariée par les saisons. Ce moyen est le plus fréquemment employé. Il a été mis à la portée des cultivateurs par la fondation récente d'un grand nombre de *stations agronomiques*, où se font aujourd'hui les analyses de sols et d'engrais.

Quel que soit le mode d'essai employé, les résultats ne s'appliquent qu'à la parcelle même dans laquelle a été fait l'essai, ou aux terres voisines et de composition analogue. Mais un champ peu éloigné ou même une autre portion du même champ, surtout en pays accidenté, peut avoir une composition toute différente, comportant l'emploi d'engrais d'une autre nature. Or, les essais sont trop longs et trop coûteux pour pouvoir être multipliés outre mesure, il importe donc de trouver un moyen d'information plus simple.

C'est à ce désideratum que répondent les *cartes agronomiques*. Elles ont pour objet immédiat de réunir sous une même dénomination et de désigner sur les cartes par une même couleur l'ensemble des terrains de même nature, auxquels conviendront les mêmes cultures et les mêmes engrais; il faut que l'examen soigné du sol, en quelques points seulement, mais en des points bien choisis, suffise à caractériser ces terrains sur une assez grande étendue et dispense de multiplier à l'infini les analyses destinées à faire connaître en chaque endroit la nature et la composition du sol.

On arrive pratiquement à grouper les terrains de même nature en se servant des distinctions établies par la géologie et en prenant les cartes géologiques à grande échelle pour base de l'exécution des cartes agronomiques.

Il est vrai que la classification usitée en géologie part d'un principe très différent à première vue : car elle est essentiellement fondée sur l'ordre chronologique des formations et, en particulier, des formations sédimentaires. Mais il existe entre les différentes assises géologiques et la végétation qu'elles portent des rapports étroits et depuis longtemps remarqués. Une même assise géologique donne naissance, en général, à des terres agricoles de qualités analogues, parce qu'elles contiennent les mêmes éléments dans des proportions

à peu près uniformes. Cela résulte des conditions, uniformes elles-mêmes, qui ont présidé à chaque formation géologique sur une étendue ordinairement très grande.

Les assises du sol sont, en effet, ou des calcaires déposés au fond d'une même mer, ou des marnes ou des argiles stratifiées à l'embouchure d'un même cours d'eau et composées des mêmes limons, ou de sables plus ou moins fins ou grossiers qui ont formé la plage d'un même rivage. Dans les contrées à roches massives, ce qui constitue une formation, c'est une masse éruptive d'une même venue. Chacune de ces couches sédimentaires ou de ces masses éruptives doit certainement avoir en ses divers points une composition générale assez uniforme.

Or, ce sont ces couches ou ces masses qui forment le sous-sol de nos terres actuelles. Il est donc tout naturel que les différentes parties d'un sous-sol de même origine aient conservé une composition chimique presque identique.

Dans un très grand nombre de cas, on peut reconnaître que c'est le sous-sol qui s'est transformé en terre végétale, à la fois sous l'influence des agents atmosphériques et sous celle des plantes, dont les racines l'ont traversé en tous sens, et dont les débris organiques se sont mêlés aux parties minérales du sol. Ces actions relativement récentes ont certainement pu modifier différemment le sol sur de certaines étendues; pour ne citer qu'un seul exemple, les eaux d'infiltration ont pu produire la dissolution et la disparition plus ou moins complète du calcaire en certains endroits et, au contraire, la pénétration et le dépôt du carbonate de chaux dans d'autres terrains. Mais ce sont des effets locaux, qui n'infirment pas la règle générale, celle de la ressemblance des terres de commune origine.

Il y a aussi des terres végétales qui sont indépendantes du sous-sol et qui ont été formées, comme les alluvions des vallées, par les eaux d'inondation, transportant et déposant des sables fins, des limons et des parcelles organiques jusqu'à des distances très grandes du lit habituel des rivières. Mais ces alluvions, de composition différente du sous-sol qu'elles recouvrent, constituent elles-mêmes des terrains spéciaux, signalés par les cartes géologiques.

Il en est de même des éboulis qui se sont formés au pied des montagnes par l'action des gelées et des pluies. Ce sont de véritables terrains nouveaux, que leur composition rapproche plus de ceux qui forment les pentes des montagnes que de ceux sur lesquels ils reposent.

De même encore des limons, souvent très fertiles, qui couvrent des plaines ou même des plateaux, au milieu desquels les rivières se sont plus tard creusé un lit. Ces limons, quelle que soit leur origine, présentent souvent une composition fort différente de celle du sous-sol. Mais il ne faut pas croire qu'il y ait de ce fait un désaccord entre l'agronomie et la géologie; car ce manteau de limon superficiel, n'eût-il que quelques décimètres d'épaisseur, s'il est important à noter sur une carte agronomique, mérite aussi de l'être comme une formation distincte, sur une carte géologique à une échelle suffisante.

En définitive, c'est donc bien à la géologie qu'on doit demander le canevas d'une carte destinée à renseigner les cultivateurs sur la nature de leurs terres et sur les éléments de richesse qu'elles renferment ou qui leur font défaut.

II

Or, l'étude de la géologie de notre pays est aujourd'hui fort avancée. Le service de la *Carte géologique détaillée de la France* poursuit son œuvre avec une très grande activité et l'on peut envisager comme prochain le temps où tous les départements seront pourvus de leur carte géologique à l'échelle de 1/80.000. Malheureusement cette échelle, qu'il a fallu adopter comme étant celle de notre meilleure carte topographique, celle publiée par le Ministère de la guerre et connue sous le nom de *Carte de l'État-Major*, n'est pas suffisante pour les cartes agronomiques, où il importe que chacun puisse reconnaître, d'après la position des villages, des chemins, des ruisseaux, etc., l'emplacement des parcelles de terre qu'il cultive et dont il a besoin de savoir la nature.

Pour atteindre ce but, il convient de dresser les cartes agronomiques à l'échelle la plus grande possible, échelle qui se trouvera, en fait, toujours limitée par la dépense d'exécution, croissante avec l'étendue de la carte. Nous croyons qu'on peut recommander d'une façon très générale l'échelle de 1/10.000, qui permet de figurer très clairement aux yeux les plus petits chemins d'exploitation et qui a l'avantage de se trouver déjà utilisée, dans toutes les communes de France, puisque c'est à cette échelle qu'a été fait le tableau d'assemblage des cartes du cadastre pour chaque commune.

La carte topographique une fois préparée, il faudra y reporter les indications fournies par la carte géologique au 1/80.000, notamment les limites des diverses étages géologiques, qui sont représentés par des compartiments de couleurs différentes. L'agrandissement du dessin, pour passer à une échelle huit fois plus grande, nécessitera une revision des détails, revision qui devra être confiée à des personnes compétentes; souvent

l'instituteur ou un agriculteur intelligent et dévoué sera en mesure d'exécuter ce travail. Les mêmes personnes pourront être chargées de désigner les endroits où devront être prélevés les échantillons de terre végétale et de sous-sol à examiner, en choisissant, autant que possible, des points où la constitution du sol soit bien caractérisée.

Les points de prélèvement seront repérés sur la carte avec exactitude et y seront signalés par une marque bien apparente, telle qu'un cercle de quelques millimètres de rayon, au centre duquel sera inscrit un numéro d'ordre spécial.

La prise d'échantillons se fait avec la bêche ou avec la sonde ou la tarière, de manière à enlever une épaisseur égale de terre sur toute la hauteur du trou et à obtenir, par un mélange des différentes parties, une prise d'essai représentant la composition moyenne de la terre arable sur toute son épaisseur. Quelquefois il y a avantage à réunir plusieurs échantillons pris à de faibles distances sur un même terrain, pour en avoir la composition moyenne. On évite ainsi des erreurs accidentelles, comme celles qui pourraient résulter de la culture antérieure d'un champ, où l'on aurait introduit de la marne, de la chaux ou des engrais, que l'on ne doit pas considérer comme faisant partie du sol normal.

Le trou est poussé jusqu'à la profondeur où descendent les racines et où pénètrent les instruments de culture ; la terre qu'on en retire fournit alors un type de la *terre végétale* proprement dite. Au-dessous se trouve souvent, avant d'atteindre le *sous-sol* véritable, ce qu'on peut appeler le *sol vierge*, dans lequel peuvent pénétrer certaines racines, mais qui est tout au plus effleuré par les opérations de la culture ordinaire ; le sol vierge pourrait, au besoin, être remué et mêlé à la terre végétale, si l'analyse y faisait reconnaître des principes utiles, tels que l'acide phosphorique, la potasse ou la chaux, en proportion assez grande pour qu'il y eût avantage à opérer un défoncement jusqu'à une certaine profondeur.

Il est souvent utile de prélever dans le même trou un échantillon du sol végétal et un échantillon du sol vierge, pour en faire séparément l'analyse. Quant au sous-sol rocheux, on se borne à en déterminer la nature par un examen qualitatif.

L'analyse est faite au laboratoire, en se conformant aux méthodes qui ont été adoptées en 1891 par le *Comité consultatif des stations agronomiques et des laboratoires agricoles*. L'unification par ce Comité des méthodes d'analyse des terres a réalisé un progrès important, en permettant de comparer utilement entre eux les résultats obtenus dans les différents laboratoires et de les interpréter d'une manière uniforme.

On fait sur les échantillons de terres une analyse *physique* et une analyse *chimique*.

La première a pour objet de déterminer les proportions relatives de *sable*, *d'argile*, de *calcaire* et d'*humus*, notions qui sont nécessaires à l'agronome pour la comparaison des qualités physiques du sol, moins essentielles peut-être pour le cultivateur lui-même, qui connaît, par ses observations personnelles, aux différentes saisons de l'année, les qualités et les défauts de sa terre et sait très bien si elle est forte ou légère, compacte ou perméable, sablonneuse, argileuse, humifère, etc.

Il en est autrement de l'analyse chimique ; celle-ci fournit au cultivateur des données, qu'il ne possédait pas et qui lui seront précieuses, sur la composition de sa terre et sur les engrais qui lui conviennent. Elle lui fait notamment savoir en quelles proportions s'y trouvent les éléments, que l'on considère comme jouant le rôle principal dans la fécondité du sol et n'y existant très souvent qu'en quantité insuffisante.

De nombreuses observations culturales et de nombreuses analyses de sols ont donné lieu de penser, à la suite d'éminents agronomes, — MM. de Gasparin, Risler, Joulie, etc., — qu'une terre, pour être suffisamment pourvue en *acide phosphorique*, en *azote*, en *potasse*, doit renfermer au moins un millième de son poids de chacun de ces éléments. Si cette proportion est dépassée, il suffira ordinairement de restituer au sol, par les fumiers de ferme, les éléments enlevés par les récoltes. Mais, au contraire, toute terre, où la proportion de ces éléments sera notablement moindre, aura beaucoup à gagner à l'apport de quantités complémentaires par des *engrais chimiques* appropriés. S'il manque un ou deux éléments, ce sont ces éléments absents qu'il sera nécessaire de fournir.

Le *calcaire* est également utile, et même à un double titre : d'un côté parce que la chaux est nécessaire à la nutrition des plantes, de l'autre parce qu'elle contribue à l'ameublissement des terres et à la nitrification des matières azotées.

Mais la proportion du calcaire, considérée comme nécessaire, varie avec la qualité du sol : tandis qu'une proportion de 10 millièmes suffirait pour des terres légères, les terres compactes en exigeront 40 ou 50 millièmes.

D'autre part le calcaire est quelquefois en proportion si grande, à l'exclusion de l'argile et du sable, que le sol devient impropre à certaines cultures : c'est ce qui empêche notamment la réussite des vignes américaines dans certains terrains crayeux.

D'autres éléments du sol jouent certainement un rôle dans la végétation : l'acide sulfurique, le chlore et le fluor, la silice, la soude, la magnésie,

le fer, le manganèse. Mais leur rôle est moins bien défini, et, d'ailleurs, ils paraissent exister en quantité suffisante dans la plupart des terres.

Ce sont donc surtout ces quatre éléments de fertilité : l'azote, l'acide phosphorique, la potasse et le calcaire, que les analyses devront rechercher avec le plus grand soin et dont elles devront faire connaître les proportions, afin que les cultivateurs sachent ce qu'il est nécessaire d'ajouter pour suppléer au défaut naturel de leurs terres et leur donner le maximum de fécondité.

Les résultats des analyses seront inscrits dans une légende annexée à la carte proprement dite, au-dessous d'un numéro d'ordre pareil à celui qui désigne l'échantillon sur la carte. Ils seront groupés par nature de terrain, afin de faciliter les rapprochements et le calcul des moyennes.

L'expérience confirme, d'une façon générale, ce que faisait prévoir la théorie, à savoir que les échantillons pris en divers points d'un même terrain présentent des compositions peu différentes entre elles; par conséquent on aura, avec une approximation généralement suffisante, la composition du sol dans un endroit déterminé, en lui attribuant la composition moyenne des deux ou trois échantillons les plus voisins ou même la moyenne des résultats trouvés pour tous les échantillons du même terrain jusqu'à une assez grande distance.

III

On peut se borner à inscrire sur les bords de la carte géologique à grande échelle la légende contenant les renseignements sur le sol végétal et le sol vierge ou le sous-sol.

Mais on réussit à donner plus de clarté à cette légende et à la faire parler aux yeux, en quelque sorte, en donnant aux chiffres de l'analyse une *représentation graphique*.

A cet effet, chacun des éléments de fertilité est représenté par une bande coloriée étroite, dont la longueur est proportionnelle à la teneur trouvée dans l'analyse ; trois bandes verticales, de teintes verte, rouge et bleue, par exemple, feront connaître les proportions d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, chaque millimètre de longueur correspondant à $\frac{1}{10000}$ de chaque substance ; la lecture sera d'ailleurs facilitée par des lignes horizontales fines, distantes de 1 millimètre les unes des autres. Une quatrième bande, de couleur jaune, fera connaître les proportions de chaux ; mais ici, pour ne pas avoir des longueurs excessives, on représentera par un millimètre de longueur $\frac{1}{100}$ de calcaire. On aurait, au besoin, plusieurs bandes juxtaposées, en arrêtant chacune à $\frac{20}{100}$, si le terrain était très riche en calcaire.

Parmi les auteurs de cartes agronomiques communales, il en est qui ont disposé cette légende sur une feuille à part, en ayant soin de grouper ensemble les petits tableaux relatifs aux échantillons d'un même terrain (M. Magnien, pour la commune de Pouilly-en-Auxois, Côte-d'Or) ; d'autres ont cru préférable de placer chaque petit tableau sur la carte même, à côté du point de prélèvement de l'échantillon auquel il correspond (M. Gatellier, pour les communes du canton de la Ferté-sous-Jouarre, Seine-et-Marne); d'autres encore ont remplacé les bandes coloriées par des secteurs également coloriés sur un cercle dont le centre marque le point de prélèvement et porte le numéro d'ordre de ce point et de l'analyse (M. Waldmann, pour l'arrondissement de Pont-Audemer, Calvados). Enfin, on a aussi songé à couvrir de hachures parallèles, formant une sorte de teinte conventionnelle, qui se superpose aux teintes géologiques sans les faire disparaître, les régions dans lesquelles l'analyse signale l'insuffisance de tel ou tel élément utile, que les cultivateurs devront s'efforcer d'introduire par les engrais (M. Garola, pour quelques communes d'Eure-et-Loir).

Ces différents essais de représentation graphique des résultats d'analyse sont intéressants. Nous nous abstiendrons ici d'exprimer une préférence entre eux, jugeant qu'il n'y a pas d'utilité réelle à chercher l'unification des procédés en cette matière. Il était, au contraire, essentiel d'établir l'unité dans les procédés d'analyse des terres, et de quelque importance aussi de préparer l'unité d'exécution des cartes isolées, en faisant adopter la carte géologique à grande échelle comme canevas général pour les cartes agronomiques.

IV

Les premiers essais de cartes agronomiques communales furent présentés à la *Société Nationale d'Agriculture de France* en 1892; à cette occasion, une Commission, désignée pour les examiner, adopta les propositions de son rapporteur sur les règles à suivre pour préparer et pour exécuter les cartes agronomiques à grande échelle, et sur les encouragements à accorder aux auteurs des premiers travaux de ce genre.

Depuis cette époque, un mouvement de l'opinion s'est prononcé en faveur de ces cartes et, dans l'espace de quatre ans, on ne compte pas moins de dix départements, dans lesquels des cartes agronomiques ont été exécutées. Ce sont les départements de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise, d'Eure-et-Loir, du Rhône, de Saône-et-Loire, de la Haute-Marne, de la Côte-d'Or, de la Seine, de l'Isère et du Calvados. Le travail se con-

tinue aujourd'hui sur de nouvelles communes des mêmes départements et il a été commencé dans des départements nouveaux.

Tantôt les cartes, avec leurs légendes, sont publiées aux moindres frais possible et mises à bas prix à la disposition des cultivateurs de la commune; tantôt, afin d'éviter les frais de publication, on se borne à en exécuter à la main deux exemplaires, dont l'un est affiché dans la mairie pour être à la portée du public et des élèves de l'école primaire, et dont l'autre est mis entre les mains du professeur d'agriculture, de l'instituteur ou encore d'un agronome de bonne volonté, qui se charge d'en donner l'interprétation pratique aux cultivateurs.

Car, tel est le but final qu'on se propose d'atteindre : donner à chacun, en se fondant sur la carte agronomique et sur les expériences de culture, d'utiles renseignements sur sa terre, sur les récoltes qui peuvent y réussir et sur la nature et les doses d'engrais à y appliquer.

On nous permettra de rappeler, en terminant, les conclusions de notre Rapport de 1892 à la *Société Nationale d'Agriculture :*

« On sait déjà, par les observations culturales, ce qu'il faut fournir à une terre de composition donnée, pour la mettre dans un bon état de fertilité. Les observations, se multipliant aujourd'hui dans tout le pays avec des bases de comparaison uniformes, ne tarderont pas à préciser mieux encore l'influence de la nature du sol et celle des engrais sur la qualité des récoltes dans les différentes conditions de climats.

« Les cartes agronomiques bien faites, en révélant aux cultivateurs la composition de leurs terres et en leur permettant, par conséquent, de savoir ce qui leur manque et ce qu'il convient de leur donner pour en obtenir des rendements plus satisfaisants, leur rendront assurément des services beaucoup plus grands qu'ils ne peuvent le soupçonner encore aujourd'hui.

« Aussi est-il bien à souhaiter que de semblables cartes se multiplient, encouragées par les municipalités, par les associations et par les particuliers, qui veulent aider aux progrès de l'agriculture en France. »

A. Carnot,
Membre de l'Académie des Sciences.
Inspecteur général des Mines.

616,9

LES INFECTIONS NON BACTÉRIENNES

RECHERCHES SUR L'OÏDO-MYCOSE

Les infections constituent une classe à part dans le groupe des maladies parasitaires ; mais leurs limites sont difficiles à fixer. Il nous semble tout à fait inexact de considérer comme infectieuses les seules maladies qui relèvent de l'action des bactéries; ce serait rejeter arbitrairement de ce groupe les fièvres palustres, la dysenterie, peut-être même les fièvres éruptives, s'il se confirme qu'elles sont sous la dépendance de protozoaires; ce serait, en tout cas, dissocier des types morbides bien définis : il faudrait décrire dans des chapitres différents les suppurations provoquées par les microbes et celles que déterminent les agents plus élevés, végétaux ou animaux, comme l'*Actinomyces*, l'*Oïdium albicans* ou l'amibe de la dysenterie; on serait également forcé de scinder l'histoire des pseudo-tuberculoses, puisqu'elles peuvent relever d'agents fort disparates; Bactéries, *Aspergillus*, Strongles, etc.

Or, en poursuivant des recherches sur les parasites pathogènes, nous sommes arrivé à cette conviction que beaucoup d'entre eux se comportent comme les bactéries et suscitent dans l'organisme envahi des réactions analogues. C'est ce que démontre, croyons-nous, l'étude de l'*Oïdium albicans* et surtout de la maladie expérimentale que peut provoquer cette myco-levure [1].

I

De même que les bactéries, l'*Oïdium* peut végéter à l'état de simple saprophyte dans la cavité buccale de sujets normaux ou de malades atteints d'affections diverses ; nous l'avons rencontré dans les angines scarlatineuse, herpétique, diphtérique; il était associé à diverses bactéries et n'avait suscité aucune manifestation spéciale ; sans la culture sur gélose, qui permettait facilement de le retrouver, on n'aurait pas soupçonné sa présence : il vivait en hôte inoffensif, attendant une déchéance spéciale de l'organisme pour s'élever de son rang de simple épiphyte à celui d'agent pathogène.

[1] On sait que l'*Oïdium albicans* se présente, suivant les milieux où on le cultive, sous forme de filaments mycéliens ou de levures. Chez l'homme, ce végétal envahit le plus souvent la muqueuse buccale, où il détermine une stomatite spéciale, le *muguet*, surtout fréquente chez l'enfant. Son inoculation intra-veineuse provoque, chez le lapin, une maladie générale, l'*Oïdo-mycose*.

Inoculé aux animaux, l'*Oïdium* se comporte d'une façon toute différente suivant la voie par laquelle on le fait pénétrer. L'introduit-on sous la peau d'un lapin, il produit un abcès local, qui a grande tendance à s'enkyster et à persister pendant un temps fort long. Son injection dans le péritoine, même aux doses énormes de 10 et 15 centimètres cubes, détermine un exsudat séreux, riche en leucocytes; puis il se fait quelques adhérences; mais l'inflammation est vite guérie. Les mycolevures sont, en effet, rapidement détruites : au bout de trois ou quatre heures, elles sont déjà presque toutes englobées par les phagocytes, qui en sont littéralement bourrés.

Les inoculations successives, sous-cutanées ou intra-péritonéales, ne semblent guère modifier les réactions de l'organisme ; chez des animaux que nous avons observés pendant plusieurs mois, nous avons constaté que l'introduction du végétal sous la peau provoquait toujours des abcès ; il n'y avait aucun degré d'immunisation.

Les résultats sont bien différents et bien plus intéressants, quand les injections sont pratiquées dans les veines. Il suffit généralement d'introduire de 1 à 1cc, 5 de culture pour amener la mort en cinq ou six jours. Cependant, quand on a fait des ensemencements en série dans des milieux inertes, agar ou bouillon, l'activité pathogène diminue ; il faut alors injecter jusqu'à 4 ou 5 cent. cubes pour faire périr les animaux; mais, par des passages successifs, on rend à l'agent atténué sa virulence première, et on l'amène de nouveau à tuer à la dose de 1 cent. cube. Jusqu'ici nous n'avons pu l'exalter davantage.

Les lapins inoculés avec une dose mortelle conservent d'abord les apparences de la santé; puis ils maigrissent légèrement et présentent un certain degré de parésie du train de derrière; quand ce phénomène se produit, on peut dire que la terminaison fatale est proche. Parfois, les manifestations nerveuses sont plus accentuées, ainsi que l'avaient déjà observé MM. Linossier et G. Roux : les animaux sont pris de mouvements de manège ; ou bien ils décrivent des arcs de cercle; ou bien enfin ils sont entraînés dans un mouvement de rotation autour de leur grand axe.

Les lésions constatées à l'autopsie sont assez variables. Cependant, on trouve constamment des altérations rénales déjà signalées par Klemperer, à qui l'on doit la première étude sur l'oïdo-mycose expérimentale du lapin.

Les reins sont augmentés de volume et leur surface est farcie de petites granulations tenant le milieu, par leur aspect macroscopique, entre le tubercule et l'abcès miliaire ; ces granulations, qui font une saillie appréciable, sont parfois localisées à la surface; plus souvent, elles envahissent à la fois les zones corticale et médullaire.

C'est dans les reins que les lésions s'observent le plus facilement ; mais il ne faut pas croire que cet organe soit le siège exclusif du parasite; celui-ci, se comportant comme les bactéries, envahit l'organisme entier; suivant les cas, on trouve des granulations typiques dans un ou plusieurs autres organes; tantôt ce sont les poumons qui en sont le siège, ailleurs c'est le foie, où l'on observe surtout de petites taches jaunâtres ressemblant plutôt à des infarctus qu'à des nodules; les lésions, parfois disséminées, ont une certaine tendance à se localiser autour de la vésicule biliaire ; dans un cas, nous avons trouvé 5 granulations sur les parois de ce réservoir ; d'ailleurs, qu'il y ait ou non des granulations hépatiques visibles à l'œil nu, l'*Oïdium* s'élimine par la bile, comme il s'élimine par l'urine ; les cultures faites avec ces liquides nous ont toujours donné des résultats positifs et, dans quelques cas, l'examen microscopique a suffi pour révéler la présence de filaments mycéliens dans le liquide que renfermait la vésicule biliaire. Nous avons encore trouvé des granulations sur le péritoine, dans les parois de l'intestin, notamment de l'appendice, dans la cloison inter-ventriculaire du cœur, enfin à la surface du cerveau et du cervelet.

On peut donc conclure que l'*Oïdium* se comporte exactement comme les bactéries : injecté dans le sang, il quitte rapidement ce milieu, car les cultures du sang ont toujours été stériles, même lorsqu'il y avait des nodules dans le myocarde; il va se localiser dans les divers organes et tissus, et suscite la production de granulations; celles-ci, surtout abondantes dans les reins, peuvent s'observer, on le voit, dans tous les organes.

II

Quand on injecte de très petites quantités de culture dans les veines, 0cc 1 à 0cc 2 par exemple, on n'observe aucun trouble appréciable. Si l'on continue progressivement les inoculations, en ayant soin de les bien espacer et d'augmenter lentement les doses, on arrive à faire supporter des quantités doubles et même triples de celles qui sont mortelles. On peut donc conférer aux animaux une résistance assez notable contre le muguet. Mais, jusqu'ici, nous n'avons réussi qu'en employant la voie intra-veineuse ; nous avons constamment échoué quand nous nous sommes adressé aux inoculations sous-cutanées ou intra-péritonéales.

Il était tout indiqué dès lors de rechercher s'il

se produirait dans le sérum des animaux ayant reçu du muguet des modifications analogues à celles qu'on observe chez les animaux ayant reçu diverses bactéries. Etudiant d'abord le sérum des animaux soumis aux inoculations sous-cutanées et intra-péritonéales, nous avons constaté que le muguet se développe dans ce milieu aussi bien que dans le sérum normal; ce résultat ne doit pas surprendre, puisque, dans ces conditions, il ne s'est produit aucune augmentation de la résistance. Mais si on étudie le sérum des lapins vaccinés par les inoculations intra-veineuses, on arrive à des conclusions bien différentes.

Prenons une culture développée dans du sérum normal et semons-en une trace, soit le contenu d'une anse de platine, dans deux tubes contenant l'un du sérum normal, l'autre du sérum de vacciné.

Au bout de 24 heures le développement est très abondant dans le sérum normal : les deux tiers inférieurs du liquide sont remplis de flocons épais et serrés. Dans le sérum du vacciné, l'aspect est bien différent : tantôt on voit quelques flocons occupant le fond du tube, tantôt on pourrait croire, au premier abord, que rien ne s'est développé; le liquide est resté complètement clair; cependant, au fond du tube, on trouve un amas de petits grains qui ont un grande tendance à s'agglutiner de façon à former parfois une masse unique; si l'on agite le liquide, ces grains se dissocient et se dispersent, mais ils sont peu nombreux; la culture, outre son aspect spécial, est donc assez pauvre. Les jours suivants, le développement s'accuse un peu plus, mais il reste, longtemps ou toujours, inférieur à celui du témoin.

Le pouvoir végétatif de l'*Oïdium* s'affaiblit tellement dans le sérum de l'animal vacciné que si, au bout de quatre ou cinq jours, on réensemence avec cette culture un nouveau tube du même sérum, le liquide reste stérile. On ne peut donc continuer la série; elle s'arrête au deuxième terme, et cependant, dans quelques cas, nous avions fait des ensemencements relativement considérables : 0cc,01 à 0cc,02 dans 3 ou 4 cent. cubes de sérum.

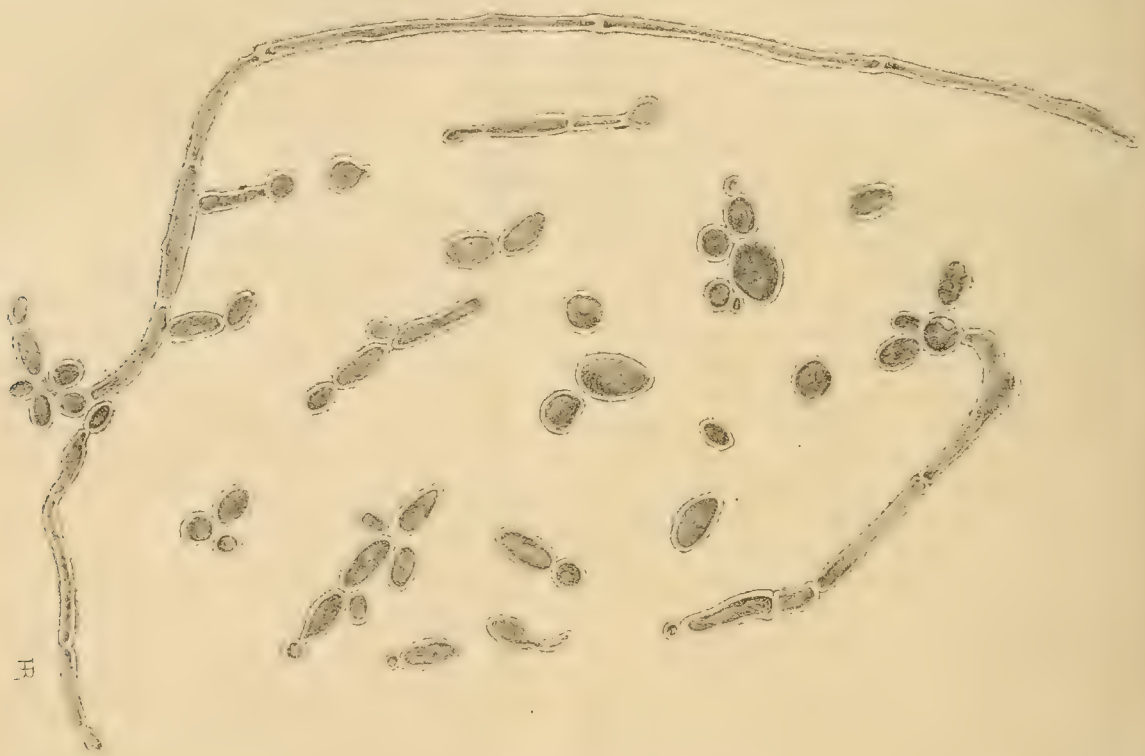


Fig. 1. — *Aspect d'une culture d'*Oïdium albicans *dans le sérum normal.* — On aperçoit de beaux filaments mélangés à des formes en levure, pourvues généralement d'un bourgeon terminal ou latéral. Le protoplasma, non homogène, présente des parties claires et des parties foncées; il est limité par une cuticule fort mince et incolore.

Pour déterminer à quoi est dû l'aspect si différent des cultures, il suffit de pratiquer un examen microscopique.

Au bout de 24 heures, le sérum normal renferme (fig. 1) de beaux filaments mélangés à des formes en levure; celles-ci, pourvues parfois d'un bourgeon terminal ou latéral, sont constituées par une masse de protoplasma vivement colorée par le bleu de méthylène et limitée par une cuticule incolore fort mince qui lui forme un double contour; le protoplasma, loin d'être homogène, présente des par-

ties claires et des parties foncées, des vacuoles presque incolores, parfois des grains pigmentaires. Ainsi constituées, ces levures sont libres, isolées ou réunies par deux ou par trois; mais, même dans les cas d'adhérence, on reconnaît que chaque élément a une individualité propre; les cuticules sont bien distinctes, il y a simple accolement et non fusion avec les éléments voisins.

Les formes filamenteuses diffèrent des précédentes par le développement plus considérable de la cuticule, par la quantité plus faible du protoplasma et son affinité moindre pour les couleurs d'aniline; par place ce protoplasme fait défaut, de sorte que les filaments sont segmentés par des espaces clairs. Ces filaments sont indivis, ou ramifiés, ou munis de bourgeons latéraux ayant la forme de levures.

Si on examine la culture développée dans le sérum des vaccinés, on observe (fig. 2) des aspects bien différents, surtout quand la préparation est maintenue simplement dans l'eau, car le baume éclaircit trop les cuticules et rend impossible l'étude de certains détails. C'est d'après des préparations montées dans l'eau, qu'ont été faites, à la chambre claire (obj. $^1/_{12}$; oc. 3, Leitz), les figures 1 et 2 ci-jointes.

Fig. 2. — *Aspect d'une culture d'*Oïdium albicans *dans du sérum de vacciné.* — Les éléments sont réunis en amas volumineux et entourés d'une masse hyaline incolore; les filaments sont également constitués par une masse protoplasmique entourée d'une cuticule fort épaisse.

Envisageons d'abord une levure isolée : le protoplasma est coloré comme à l'état normal : il a le même aspect et les mêmes dimensions. Seulement, il est entouré d'une masse incolore, hyaline, quelquefois légèrement striée, dont les bords sont sinueux, mal délimités, dont la largeur est de cinq à dix fois plus considérable que celle de la cuticule normale. Les éléments sont rarement isolés; ils sont réunis par deux, par trois, plus souvent en amas volumineux, où l'on compte de dix à trente masses protoplasmiques. Il est facile de se convaincre qu'il s'agit là non d'un simple accolement, mais d'une fusion des cuticules, de la formation d'une vraie zooglée. Les masses protoplasmiques apparaissent comme encastrées dans une gangue transparente, hyaline, amorphe ou présentant encore des stries qui esquissent une légère séparation entre les divers éléments fusionnés. Quant aux filaments, ils sont constitués également par une masse protoplasmique entourée d'une cuticule fort épaisse; par places, ils sont intimement unis à des levures, isolées ou agglutinées; ailleurs, une de leurs extrémités vient se perdre au milieu d'un amas de levures, avec lequel elle semble fusionnée.

Cet agglutinement des éléments végétaux, qui explique parfaitement l'aspect spécial des cultures, peut s'observer quand on fait agir sur les mycolevures normales le sérum des vaccinés. Il faut prendre une culture sur agar, datant de 24 ou 48 heures; on prélève une petite quantité de l'enduit crémeux qui a poussé et on le mélange avec du sérum normal ou avec du sérum de lapin vacciné; en examinant de temps en temps les deux échantillons, voici ce qu'on observe : dans le sérum normal, les cellules, quelle que soit la durée de l'expérience, conservent leur aspect habituel; au contact du sérum de l'animal vacciné, la membrane d'enveloppe, au bout de 10 à 15 minutes, commence à se distendre, puis elle finit par prendre l'aspect d'une couche hyaline ayant de trois à quatre fois l'épaisseur normale; en même temps les éléments tendent à s'accoler et à former de petits amas. Les résultats sont donc semblables à ceux qu'on obtient en pratiquant des cultures dans le sérum des vaccinés, mais ils sont moins nets; les modifications sont plus légères, ce qui se comprend facilement; le sérum a moins d'action sur les éléments adultes qu'on y plonge que sur les éléments jeunes qui s'y développent.

III

Pendant longtemps, se basant sur les résultats de la clinique, on avait considéré l'*Oïdium albicans* comme un simple épiphyte, pullulant sur les muqueuses malades, incapable d'envahir l'organisme. Cette conception n'est même pas vraie chez l'homme, car le parasite pénètre plus profondément qu'on ne l'avait cru tout d'abord, dans l'épaisseur de la muqueuse qu'il a envahie; il peut atteindre les vaisseaux et, dès lors, il devient capable de produire, par embolie, des lésions à distance. Zenker, le premier, a signalé la possibilité de ces faits ; il a trouvé, dans l'encéphale d'un enfant atteint de muguet bucco-pharyngé, de petits abcès renfermant le parasite; nous avons obtenu la même localisation chez les animaux par inoculation intra-veineuse d'une culture d'*Oïdium*. De même Schmorl a retrouvé chez l'homme la lésion qu'on observe toujours dans les inoculations expérimentales, c'est-à-dire les abcès miliaires des reins.

Si ces faits, auxquels on en pourrait ajouter plusieurs autres, sont encore rares et jusqu'ici isolés, c'est probablement parce qu'on n'a pas systématiquement recherché le muguet dans les viscères; la fréquence des thromboses, observées 5 fois sur 38 cas par Heller, donne un appui solide à cette hypothèse.

Pour nous borner à la maladie expérimentale, plus facile à étudier, nous voyons qu'elle présente des analogies étroites avec les maladies bactériennes et qu'il serait véritablement irrationel de ne pas classer l'oïdo-mycose dans le groupe des infections : elle ne diffère pas plus des infections bactériennes que celles-ci ne diffèrent entre elles. Il est bien évident, en effet, qu'on ne peut englober dans une formule unique le mode d'action des diverses bactéries; quand on veut s'élever à des considérations de pathologie générale, on n'arrive le plus souvent qu'à des conclusions applicables à certains groupes de microbes et non à tous. Nous n'avons donc pas à comparer l'oïdo-mycose à une infection bactérienne schématique; il nous suffit de rechercher si elle ressemble à quelque infection bien déterminée. Or, par les lésions qu'il provoque chez les animaux, l'*Oïdium* se rapproche surtout des microbes pyogènes et particulièrement des staphylocoques. Dans les deux cas, en effet, l'inoculation sous-cutanée est suivie de la formation d'un abcès: la seule différence porte sur la rapidité de l'évolution; encore est-il que ce caractère n'est pas absolu, car, chez l'homme au moins, le staphylocoque est capable de provoquer des suppurations lentes et torpides. Injecté dans les veines, le staphylocoque amène, comme le champignon du muguet, la production d'abcès miliaires: l'analogie se poursuit même dans la localisation, puisque les abcès à staphylocoques ne s'observent souvent que dans les reins ; ailleurs, les pyogènes envahissent d'autres organes, notamment le myocarde, le foie, les poumons, le cerveau, et nous avons montré que l'*Oïdium* est capable de se comporter de la même façon. Enfin, si l'introduction de staphylocoques dans la cavité abdominale est souvent suivie d'une péritonite suppurée et si ce résultat ne s'observe jamais avec le muguet, il ne faut pas exagérer la différence; car on sait que le péritoine est beaucoup moins sensible qu'on l'avait cru autrefois; pour provoquer une inflammation suppurative, il faut injecter de fortes doses de cultures très virulentes L'*Oïdium* se comporte donc comme un staphylocoque atténué.

Continuant notre comparaison avec les infections, nous voyons qu'on peut vacciner contre l'oïdo-mycose, comme on vaccine contre les affections bactériennes; c'est ce qu'on obtient par un des procédés couramment employés en bactériologie : les inoculations prolongées et répétées de petites doses. Il est évidemment impossible de dire si l'on réussira avec les produits solubles; mais avant de répondre négativement, il faudra se servir de divers milieux de culture, et notamment de milieux d'origine animale, sérum ou liquide d'ascite. Il faudra rechercher aussi si les principes vaccinants ne se trouvent pas plutôt dans le protaplasma de l'*Oïdium*, comme c'est le cas pour certaines bactéries, que dans les substances dissoutes.

Quelle que soit la solution à intervenir sur ces différents points, il reste d'ores et déjà acquis que chez les animaux vaccinés contre l'oïdo-mycose, il se produit dans le sérum des modifications analogues à celles qu'on observe chez les animaux vaccinés contre les bactéries. Dans les deux cas, le sérum est devenu microbicide; il entrave et affaiblit le développement de l'agent pathogène; les éléments qui prennent le dessus sont modifiés dans leur aspect et présentent une tendance remarquable à s'accoler et à se réunir en amas. Or, le sérum des animaux vaccinés contre les bactéries peut exercer une action semblable : dans une note publiée en 1889, avec M. Charrin, nous annoncions que les bacilles développés dans ces conditions sont souvent réunis en chaînettes, qu'ils ont une grande tendance à s'agglutiner : au lieu de nager librement, comme les bacilles normaux, ils s'enchevêtrent et forment de petits amas; c'est ce qui explique l'aspect spécial des cultures, qui restent claires, les amas de bacilles gagnant le fond des tubes. Nos résultats, confirmés et complétés par Metchnikoff, Gruber, Bordet, Widal, peuvent donc être étendus à des parasites plus élevés que les bactéries. Mais les recherches sur l'oïdo-mycose

permettent de préciser le mécanisme du phénomène. En étudiant l'agglutinement des bacilles de la fièvre typhoïde et du choléra, Gruber avait émis l'hypothèse que le sérum des vaccins contenait une substance agglutinante, qu'il appelait *glabrine* ou *glabrificine* et qui aurait la propriété de gonfler la cuticule des bactéries. Cette assertion n'a été acceptée qu'avec une certaine réserve, car il est difficile, sinon impossible de la vérifier avec des organismes aussi petits. L'étude devient aisée quand on s'adresse à des parasites relativement volumineux, comme l'*Oïdium*; on peut alors étudier facilement l'action du sérum qui, effectivement, gonfle la cuticule en laissant le protoplasma intact, et semble rendre cette cuticule visqueuse et adhérente, ce qui explique la cohésion des éléments et leur disposition en zooglée.

IV

Telles sont les analologies qu'on peut relever actuellement entre l'infection oïdo-mycosique et les infections bactériennes; si des recherches ultérieures nous montrent des différences, ce ne sera pas une raison suffisante pour rejeter l'oïdomycose du groupe des maladies infectieuses; car la notion de l'infection n'a pas été établie sur des bases étiologiques ou pathogéniques; elle a sa raison d'être dans la clinique, c'est-à-dire dans les modalités réactionnelles de l'organisme atteint. Or, — tous les faits que nous avons rapportés le démontrent, — l'organisme se comporte vis-à-vis de l'*Oïdium* comme il se comporte vis-à-vis des bactéries; si cette assertion trouve déjà un appui dans les altérations anatomiques, observées chez les animaux, elle nous semble mise hors de doute par les modifications survenues dans le sérum ; l'organisme, attaqué par des procédés analogues, se défend par les mêmes moyens ; nos recherches permettent donc de généraliser, encore plus qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, la doctrine humorale de l'immunité acquise.

Dr H. Roger,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin de l'Hôpital de la Porte d'Aubervilliers.

540,4

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PURE

Les sciences subissent les effets de l'action et de la réaction. Elles cèdent plus ou moins vite aux conditions nouvelles des progrès démontrés ou se laissent simplement entraîner par une idée en vogue. Pendant des années la Chimie minérale comptait seule, puis les immenses succès obtenus par la Chimie organique, alors jeune, firent considérer la première comme finie et lui enlevèrent, en tout cas, le nombre. Aujourd'hui les travaux de Ramsay, de Moissan, des physiciens et ceux de la grande industrie, qui posent sans cesse des questions sur la matière inorganique mise en œuvre, donnent une vie nouvelle à la Chimie minérale.

L'orientation actuelle des recherches permet-elle de préjuger l'avenir de notre science? Peut-être sera-t-on curieux de savoir ce qu'en pensent aujourd'hui bon nombre de chimistes. Jetons un rapide coup d'œil sur quelques-uns des problèmes qui semblent les attirer le plus.

La Chimie physique entraîne la majorité des esprits chercheurs; c'est elle qui touche de plus près aux vérités profondes, c'est elle qui nous livrera lentement les lois capables de changer tous nos systèmes et nos formules. Mais, par son importance même, ce genre de Chimie est le plus abstrait et le plus mystérieux qui soit; les meilleures intelligences ne peuvent, pendant les courts instants d'une pensée créatrice, arriver à la contention et à la comparaison de tous les grands faits connus. Devant cette impossibilité, on recourt aux représentations mathématiques. Ces représentations sont le plus souvent parfaites dans leurs méthodes et dans leurs résultats; mais, dans l'application à ce qui est profondément inconnu, on ne peut faire que les mathématiques découvrent des vérités dont on ne leur a pas confié les éléments. L'homme le mieux doué pose mal le problème qu'il ne comprend pas.

Si ces problèmes pouvaient *être mis correctement en équation*, on aurait l'espoir de les résoudre. Mais, dans l'état d'ignorance où nous sommes, on se trouve fatalement réduit à introduire de nombreuses constantes, à négliger des termes, à appliquer des hypothèses... La mise en équation n'est peut-être plus en tout point correcte; on se console cependant parce qu'elle conduit à *une solution*; mais c'est un arrêt temporaire du progrès de la science quand de telles solutions s'imposent pendant des années à de bons esprits comme une démonstration scientifique. Bien des travaux se font dans ce sens qui prennent du temps et conduisent à des théories contradictoires, destinées à l'oubli.

Il y a lieu d'espérer, pour cette belle science la Chimie physique, qu'elle se livrera de plus en plus à la recherche de phénomènes nouveaux et de constantes précises. Cela est lent, comme tout travail fructueux, mais laisse une véritable trace

dans le savoir, ainsi que le montrent les recherches de Lippmann, Amagat, Röntgen, etc... dans la science de la matière. Les théories proposées *après* la mise au jour des faits expérimentalement établis par ces savants s'accordent tout naturellement avec la réalité des choses. Ce qu'on fait *avant* n'est que conjecture.

Or, la renaissance de la Chimie minérale est propre à donner à la Physico-Chimie les bases de calcul que celle-ci ne peut improviser, à mettre la pensée humaine en contact plus intime avec le monde réel qui nous environne. Par les corps simples, par les combinaisons, elle pénètre autant que possible les secrets que l'homme cherche. Elle est la première à frôler cette nature des choses dont on écrit depuis les Grecs et que la Physique s'efforce de saisir.

Dans sa période d'évolution, la Chimie organique, avec ses réalités de substitution, de transport des groupes, d'isomérie, de symétrie, a joué un rôle incomparable et d'une double portée, car elle se trouve placée entre la *nature physique* et la *vie*, qui en dépend, mais qui reste un autre monde lentement accessible, lui aussi, à la science. Toujours il faudra apprendre la Chimie organique comme la Géographie ou l'Anatomie, bien que ce soient des sciences achevées dans leurs grandes lignes.

Mais la Chimie organique théorique a l'espoir de renaître si la Physico-Chimie lui donne une nouvelle connaissance d'elle-même, d'autres lois et d'autres formules. De la Chimie biologique peuvent lui venir aussi de nouvelles idées sur l'évolution de ses composés. En attendant, les substitutions, les condensations, les constitutions planes ou solides et même les synthèses émeuvent moins l'opinion, qui ne voit là que des cas particuliers de principes déjà posés. Ce sont des exercices, des sujets de thèses.

Devant une science faite quant à ses méthodes et à sa topographie moléculaire, au moins apparente, se dresse la Chimie biologique, dont on ne connaît le domaine ni de surface ni de fond, mais où l'on sent l'importance et la variation infinie des actes de la vie. C'est bien là un monde à part, dont les derniers constituants chimiques, trop grands, dit-on, pour être stables, reçoivent sans cesse la matière qui leur est alibile, la modulent à leur façon et la rejettent sans cesse par fragments variés comme des déblais. C'est la chimie des espèces vivantes. Et dans l'individu d'une espèce, c'est encore la chimie, sans cesse mobile, de l'hérédité, de l'habitude, de la maladie et de la santé. Avec nos coutumes invétérées de constantes géométriques, calorifiques, etc., définissant l'espèce chimique, il est difficile de prédire de notables progrès à une partie de la science où l'espèce est à l'état de dynamisme constant et rappelle plus l'esprit d'une équation différentielle que la forme fixe d'un cristal. Pasteur, A. Gautier, Bouchard et E. Fischer, chacun à son point de vue, ont signalé dans cet ordre d'idées une Chimie à venir, qui se confondra avec la vie et la reliera de plus en plus avec les autres grandes questions de la Chimie générale et de l'Energie.

Avec le temps, l'idée un peu étroite de Chimie pure et autonome s'efface. Dans le domaine de la théorie, la Physique et la Biologie s'y mêlent. L'application aux Arts industriels et à l'Agriculture commence d'autre part à fournir à la science une masse imposante de documents de premier ordre. Si la science, par sa méthode de recherche avide de vérité pesée et vue, par l'immense répertoire de ses documents classés et par ses hommes capables de les lire, est le cerveau de l'Industrie, cette dernière devient de plus en plus le laboratoire de la Science. Les conceptions scientifiques ne peuvent subir dans les laboratoires actuels qu'une première épreuve. La colonne à rectifier l'alcool ou la cornue Bessemer sont des applications de la Science, mais, seule, l'organisation industrielle a pu les éprouver et les faire ensuite concourir au progrès des connaissances scientifiques.

A cette segmentation de la pensée dans une seule science correspond un mouvement nouveau dans la façon de l'exprimer. Le journal de chimie se modifie. Les Allemands, écrivant longuement, publient depuis quelque temps un journal de Chimie organique, un autre de Physico-Chimie, un d'Electrolytique, un d'Analytique, un de Technologie, un d'Inorganique, un de Chimie minéralogique, etc. Celui qui croirait à la nécessité de ces publications pour se tenir au courant de la science ne devrait plus quitter son logis. Par bonheur, ce sont là des répertoires de librairie qui n'ont rien d'obligatoire, mais restent des musées de documents. L'Angleterre, avec deux bons journaux mensuels de Chimie, très courts, mais très bien faits, possède à l'heure présente le meilleur instrument d'information chimique en tous genres qu'on connaisse; ce sont : *The Journal of the Chemical Society* et *The Journal of the Society of Chemical Industries*.

I. — Chimie physique.

En Chimie physique, la théorie des solutions et des ions éprouve, au contact de l'expérience, des résistances sérieuses. MM. K. Ragosky et G. Zamman [1], très qualifiés en ces questions, commencent à prendre en grande considération la théorie des molécules d'hydrates présentes dans les solutions.

[1] *Zeitschrift für physikalische Chemie.*

Ce retour à une théorie que je n'ai jamais pu considérer comme surannée, ayant beaucoup manié les solutions, ne me paraît pas surprenant. Il est bien difficile de penser que ce qu'ont dit à ce sujet les plus éminents chimistes du commencement du siècle soit complètement nul. Pas plus, on ne peut croire qué la théorie édifiée depuis dix ans par une autre génération puisse passer sans laisser sa trace; mais il faudra préciser la théorie. Les auteurs précités reconnaissent que ce qui est relatif aux hydrates dans les solutions est, en général, inconnu. Selon l'opinion courante, une solution contient : des ions positifs et des ions négatifs, des molécules salines intactes, parfois des molécules de sel basique avec de l'acide libre et les ions correspondants, enfin des molécules de divers hydrates qui réapparaissent. Dans un liquide transparent, plus de douze sortes de molécules pourraient se trouver sans qu'on puisse le savoir et encore moins compter le nombre de molécules de chaque espèce. Dans ces conditions toute théorie, toute formule faisant intervenir les facteurs d'ionisation, d'hydratation et de basicité semblent bien prématurées. Même dans les cas simples où l'ionisation semble certaine, — comme pour le sel marin, où tant de mesures ont été faites, — sait-on s'il n'y a pas d'hydrates?

M. Haargraves nous apporte à ce sujet d'intéressantes observations : occupé depuis longtemps à réaliser la décomposition industrielle des solutions de chlorure de sodium, il a inventé une nouvelle pile dont on parle fréquemment [1]. Dans cette pile, ou cellule électrolytique à décomposition, une des électrodes, — la moins susceptible d'être détruite, — plonge pleinement dans le liquide; de l'autre côté du diaphragme, et lui étant tangente, l'autre électrode *touche seulement* la surface du liquide. C'est la théorie particulière que M. Haargraves professe à l'égard de l'électrolyse et de l'ionisation qui l'a conduit à imaginer ce dispositif. Selon lui, il n'y aurait pas migration des ions en tous sens. Dans une solution métallique le sel est décomposé par le courant, les ions métalliques sont projetés à travers le diaphragme comme des balles et vont tous à la cathode. Les débris de la molécule restent là où elle s'est rompue et n'ont pas à traverser le diaphragme, ils corrodent l'anode. Tout ce qu'on a cru voir relativement au croisement des ions serait dû à la porosité excessive des diaphragmes. On doit toujours avoir une charge d'électrolyte tendant à traverser un diaphragme peu poreux *dans le sens* du courant. Il convient de remarquer que la pile construite d'après cette hypothèse donne d'excellents résultats.

[1] *Journal of the Society of Chemical Industries*, 1895.

II. — Chimie minérale.

La découverte de l'Argon et de l'Hélium, qui a causé une si profonde surprise en 1894, a provoqué de tous côtés des recherches auxquelles la singulière inertie de ces corps se prête peu. Lord Rayleigh et le Prof. W. Ramsay ont réuni, dans leur mémoire complet [1], tout ce que d'ici longtemps peut-être on saura d'important sur ce sujet. Peut-être n'est-il pas inutile d'extraire de ce mémoire déjà célèbre quelques chiffres relatifs aux points de fusion et d'ébullition des anciens gaz permanents :

L'Hydrogène [2]	Bout à 243°	Fond à —
L'Azote.....	194°	214°
L'Oxyde de carbone.....	190°	207°
L'Argon A_1.....	187°	189°6
L'Oxygène O_2.....	182°7	—
Le Bioxyde d'azote AzO...	153°6	167°0
Le Méthane.....	164°	105°8

Je n'insisterai pas sur le mémoire, déjà exposé dans divers articles de la *Revue*; mais il faut indiquer ici quelques additions aux recherches qu'il résume.

M. Langlet [3] a préparé 100 cent. cubes du gaz Hélium tiré de la clévéite où l'avait précédemment découvert M. Ramsay; il a pu faire des mesures précises sur un gaz exempt d'hydrogène, d'azote et d'argon, comme le montrait son spectre. Le gaz avait été préparé, en effet, par le magnésium; or MM. Troost et Ouvrard [4] ont montré que ce métal peut absorber d'abord l'azote, puis l'argon. L'hélium préparé par M. A. Langlet a conduit au poids atomique = 4. La molécule contient un atome. C'est là une confirmation de mesures.

L'argon et l'hélium continuent à préoccuper les chimistes au point de vue de la classification. Le poids atomique 40 coïncide avec celui du calcium, ce qui fait bien des métaux jumeaux dans la classification de Mendeleef, qui ne peut recevoir davantage l'hélium entre H = 1 et Li = 7. La classification continue des corps simples par ordre croissant de poids atomiques de Chancourtois et de Mendeleef, débordée par bien des faits inattendus, commence, après une carrière fertile en succès de bon aloi, à paraître d'un autre temps. Aujourd'hui les chimistes s'efforcent de laisser en ces matières à leur esprit et aux surprises des découvertes plus de champ que n'en permettent des classifications trop serrées.

D'ailleurs, les corps simples possèdent plusieurs degrés de combinaison ou atomicités. L'idée d'une atomicité fixe pour chaque métal ou chaque série

[1] *Philosophical Transactions*, 1895, t. 186.
[2] Olszewsky, *Phil. Mag.* (5) t. 40. Postérieur au mémoire
[3] *Zeitschrift für organische Chimie*, t. 10.
[4] *Compt. Rend.* t. 121, p. 394.

est bien affaiblie. En cherchant bien, on est arrivé à trouver aux éléments plusieurs oxydes qui, tous, malgré une stabilité plus ou moins grande, ont droit à l'attention et peuvent engendrer des composés considérés comme caractéristiques, tels que les aluns. De l'atomicité que l'élément revêt dans chaque cas dépendra finalement aussi l'isomorphisme. L'isomorphisme est un fait, mais quelle est sa signification?

A. Piccini [1], en traitant des quantités calculées de $Ti(OH)^4$, d'acide sulfurique et de sulfate de cœsium par l'électrolyse, a réduit l'oxyde titanitique en composés de Ti^2X^6, déjà bien connus, et aussitôt il s'est déposé de l'alun cubique de titane :

$$Ti^2(SO^4)^3Cs\,SO^4 + 24H^2O.$$

alors que Ni, Co, n'ont pas encore laissé voir d'alun, bien que réputés voisins du fer. Ti, éloigné de cette série, en donne comme Fe.

Quelle atomicité ont aussi les métaux monoatomiques? On s'est peu appesanti sur Na^2Cl, mais divers corps se sont montrés moins que monoatomiques par rapport au chlore. Ce sont des questions que l'on voit avec plaisir se poser. Elles nous sortent la pensée du cercle de nos idées faites et la dirigent là où il y a plus de science à acquérir.

M. Guntz [2] a décrit la préparation circonstanciée du composé Li^2Cl. La combinaison définie Li H se fait aussi avec facilité. Ce sont des corps stables dont l'atomicité est mal aisée à définir.

Plus claires se font nos connaissances relatives au phosphore. Les acides polymétaphosphoriques de Fleitmann donnaient, il y a quelques années, l'impression de quelque chose de peu certain : au lieu du sel de sodium PO^3Na, on avait des ions de $(PO^3)^n$ et Na, comme cela se dirait maintenant. Mais Tilden et Barnet [3] ont pu mesurer la densité de vapeur des acides phosphorique et phosphoreux : on ne doit plus écrire ces formules P^2O^5 et P^2O^3; ces savants ont montré que, dans notre système de formules, on doit écrire P^4O^{10} pour l'acide phosphorique anhydre, et P^4O^6 pour l'anhydride phosphoreux. Selon eux, la molécule de phosphore qui reçoit l'oxygène n'est pas disloquée, comme cela arrive pour le chlore; le phosphore garde l'état qu'il possède sous forme de gaz, et c'est autour d'une construction analogue à celle des schémas organiques que se font les fixations d'oxygène et les divers acides phosphoriques. La molécule est représentée par :

$$\begin{array}{c} P-P \\ | \quad | \\ =P-P= \end{array}.$$

En additionnant et intercalant O, on arrive aux formules cherchées, par une sorte de jeu d'écritures.

L'atomicité n'est pas un mot. C'est le fait toujours observé de la combinaison définie selon des proportions diversement réglées. Mais nous ne connaissons aucune explication plausible de ce phénomène, qui souvent se manifeste énergique, mais peu varié, dans le cas des poids atomiques faibles, ou bien apparaît débile, mais complexe, dans le cas des grands poids atomiques. A ce sujet, un grand fait se dégage de plus en plus des recherches de ces dernières années, et je pense qu'il mériterait de voir ses manifestations assemblées, discutées et étudiées : ce fait est l'influence non des infiniment petits, le mot serait impropre, mais des très petits, des microplasmes ou chimi-ons en quelque sorte. Une étude persévérante des aciers a permis de voir l'influence chimi-onique de quantités de carbone, silicium, phosphore telles que 0,02. On dose cela dans la métallurgie afin de pouvoir à volonté faire un acier ayant des propriétés demandées. Cette dose rapportée aux poids atomiques donnerait une formule $C^1Fe^{1.000.000}$. Quoi qu'il en soit de cette formule inadmissible, le rapport d'un atome de carbone à un million d'atomes de fer reste un fait. Y a-t-il bien des atomes pour que de telles actions se manifestent? Cela se peut admettre s'ils ont de grandes vitesses permettant l'action du carbone sur un défilé d'un million d'atomes de fer. Quelles que soient les dimensions absolues de ces atomes, elles sont à peu près du même ordre, et le rapport reste. L'acier est formé de grains visibles au microscope; mais ces grains, provoqués par le carbone liquide, puis forgés, sont assez grands pour contenir tous les chimi-ons, ou ceux-ci ont provoqué leur formation. On a dit que le carbone acière par son faible volume moléculaire, qui lui permettrait de se loger entre les atomes de fer; mais d'autres corps acièrent dans certaines conditions. N'est-ce pas un trouble qui se répercute au loin dans le mouvement habituel des atomes de fer que le mouvement spécifique du chimi-on apporte? En effet, une trace d'impureté, la même, n'est pas désignée pour toutes ces actions. De cette trace, il ne faut ni trop ni trop peu. Sans trace de carbone, on a du fer doux non élastique; avec 4 °/₀ de carbone, on a de la fonte qui se brise. Souvent aussi ces traces s'entravent, s'annulent. Les cas les plus ostensibles de ces faits sont, outre celui de l'acier : l'électrolyse de l'eau plus anciennement connue, l'influence de traces d'humidité dans les gaz sur leur action nulle ou positive, l'incandescence des terres rares, la coloration des rubis et des saphirs par des traces de chrome, enfin le rôle de dix-millièmes d'iode

[1] *Gazetta chimica Italiana*, t. 25, p. 542.
[2] *Comptes rendus*, 1895, p. 945 et 1896, p. 244.
[3] *Chem. Soc.*, mars 1896.

dans la glande thyroïde..., et tant d'autres actions.

L'incandescence des terres rares est un phénomène des plus importants aujourd'hui. Une réaction de chimi-ons — il est commode de dire provisoirement ainsi — a été découverte par Maller, disent les uns, par Auer de Wellsbach, disent les autres. Toujours est-il que l'oxyde de thorium pur chauffé ne donne pas de lumière, à moins qu'il n'ait été additionné de quelques millièmes de cérium. C'est sur ce principe qu'est basé le bec Auer, que tout le monde connaît.

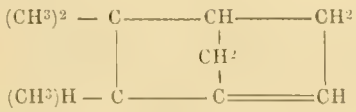
Aujourd'hui, les terres rares se trouvent par tonnes; si ce nom de *rares* leur reste, cela semblera bientôt étrange. Ces terres sont un mélange d'oxydes nombreux dont peu ont encore été séparés. M. Demarçay, sous le nom de Σ, a décrit récemment un nouveau corps simple dans ces milieux. Mais, tandis que, généralement, dans ce cas, la découverte consiste dans l'observation de quelques bandes d'absorption ou de raies spectrales, — M. Demarçay, par une méthode à lui personnelle, est arrivé à isoler des quantités notables de sel cristallisé pur de ce métal Σ.

Parmi les récents travaux de M. Moissan, se trouve la production de l'uranium affiné, ce métal singulier qui a la propriété de produire à froid des étincelles pour un léger frottement. L'uranium a été produit par kilogrammes. Depuis les mémorables travaux de l'auteur, qui, en quelques années, a métallisé presque tous les anciens oxydes réfractaires, bien peu d'éléments connus nous manquent pour qu'on en puisse maintenant réunir la collection complète sous forme simple.

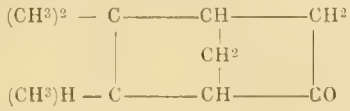
III. — Chimie organique.

Bien souvent nous avons tous, chimistes, lieu de nous plaindre du manque de livres récents. Dans une science qui crée chaque année des centaines de composés, le livre doit se renouveler ou se rééditer avec corrections. Il serait nécessaire d'être indulgent pour les livres sans cesse remaniés, car à la belle ordonnance du livre il faut préférer les dernières nouvelles. Les chimistes se plaignent d'eux-mêmes : car ils font peu de livres. Deux heureuses exceptions sont à signaler cette année par l'apparition d'ouvrages dogmatiques complets : de M. Lefèvre sur les matières colorantes, et de M. Béhal sur la Chimie organique [1].

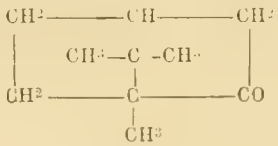
Dans cette science la question des terpènes et des camphres s'enrichit chaque jour de faits d'expérience, mais elle est bien loin de s'éclaircir. Sans doute on pourrait l'exposer en entier et clairement d'après Baeyer, Willach ou Bredt; mais ces savants ne sont pas d'accord. Faut-il ajouter que Tiemann et son élève Semmler, qui ont une expérience sans rivale dans l'anatomie des molécules végétales, sont en opposition flagrante avec Willach? Il continue à s'écrire autant de formules terpéniques et camphoriques qu'il y a d'auteurs. Il faut bien penser que nous ne savons encore rien d'incontestable sur ce grand chapitre de la Chimie. Toutefois, pour satisfaire aux exigences d'un plus grand nombre de faits connus, la plupart des auteurs compliquent leurs formules schématiques : on ne se sert plus de l'ancien hexagone de Kekulé intact [1]; l'essence de térébenthine, ou *pinène*, est, selon Tiemann et Semmler :



et le camphre ordinaire devient :



Mais, les idées de Bredt en cette matière méritent considération. En partant de l'acide camphocarbonique de Haller, provenant du camphre droit, à l'état de sel de chaux, Bredt a fait, par la méthode classique de Piria, une synthèse partielle du camphre, en même temps que M. Haller la réalisait lui-même. Tout se passe comme dans la distillation sèche de l'acétate de chaux donnant de l'acétone, et la formule du camphre est, pour Bredt :

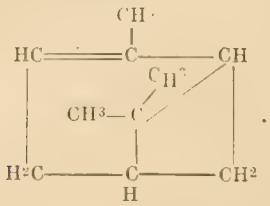


Semmler répugne à voir, dans les huiles essentielles parfumées de la Nature, des hexagones : il est partisan des chaînes ouvertes pour les dérivés oxyterpéniques. Ne devons-nous pas penser cependant que la Nature n'a pas horreur des chaînes fermées, puisqu'elle fait, entre autres choses, la vanille, le girofle, l'anis, etc., que nous tenons tous pour cycliques.

Il est heureux que les chimistes écrivent des formules comme thème à recherches, pourvu qu'ils ne les tiennent pas comme définitivement bonnes ou démontrées fausses; la formule adéquate à la nature est encore le secret d'un avenir lointain. Ainsi, Baeyer hésite entre deux formules de pinène, et celle qui lui paraît la plus vraisemblable est :

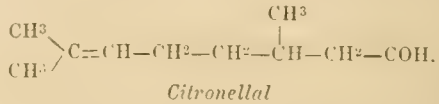
[1] M. Prud'homme et M. A. Haller ont rendu compte de ces ouvrages dans la *Revue* du 30 mars et du 30 avril 1896.

[1] *Berichte* 1896, p. 119.



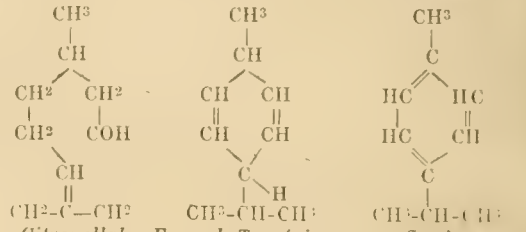
Il faut attendre que ces questions se simplifient, soit par l'étude même des terpènes, soit par ces annexes à la série qui sont précisément les alcools ou aldéhydes de Tiemann et Semmler.

Sur ce point une importante série de travaux est en cours : C'est la question du parfum des fleurs et de diverses plantes. Après les premiers travaux de Semmler, la maison Schimmel, qui centralise à Leipzig toutes les essences connues, a pu livrer aux chimistes des huiles essentielles, de nom et d'origine certains. Depuis lors, les laboratoires de Schimmel même, F. Tiemann et ses collaborateurs en Allemagne, enfin Barbier et Bouvault en France, se sont occupés de fixer la composition des composés odorants et la constitution de ces corps [1]. La série de la benzine avait jadis reçu le nom de série aromatique, parce que certains parfums tels que le girofle en étaient des dérivés directs. Mais presque tous les parfums qu'on pourrait dire *fins*, comme ceux de la rose, étaient inconnus. On sait aujourd'hui que les essences les plus nombreuses contiennent : du citronellal, ou son alcool, le citronellol; du rhodinol, du renniol, du geraniol, de la pulégone... Peut-être quelques noms font-ils encore double emploi, car il n'est pas aisé de faire l'analyse immédiate de ces corps toujours mêlés de terpènes. Les aldéhydes s'enlèvent par les bisulfites ou les réactions qui leur sont propres (hydrazones et semicarbazones). Les terpènes ont un point d'ébullition beaucoup plus bas, on peut les éliminer. Mais les alcools parfumés, bouillant de 200° à 250°, ne sont pas faciles à isoler. Cependant le géraniol forme avec le chlorure de calcium un composé facile à séparer : l'alcool de linaloë forme, selon Tiemann, avec le sodium un composé assez fixe à la distillation pour rester seul non volatil [2]. On commence ainsi à pouvoir agir sur des espèces chimiques définies, et les formules de constitution deviendront de moins en moins incertaines. A titre d'aperçu on peut citer les formules de Tiemann, un des chimistes les plus compétents en cela :



Citronellal

C'est une formule droite de la série grasse, mais on voit bientôt qu'elle porte en elle une sorte de prédisposition à se fermer selon le type d'un terpène ou du cymène ; on peut l'écrire, en effet :



Citronellal (Série grasse) — *Formule Terpénique* (quelconque) — *Cymène* (série aromatique)

La Chimie prend chaque jour une conscience plus vive de son rôle imparfait dans l'explication des choses de la Nature. Voici les parfums les plus délicats disséqués dans leurs formules, isolés comme espèces pures, et cependant dans le rhodinol on ne retrouve plus le parfum de la rose. Les parfums ne sont pas faits d'un corps chimiquement défini, mais de divers corps principaux et de *traces* de terpènes ou d'autres matières sentant plutôt mauvais, mais concourant à l'harmonie d'ensemble.

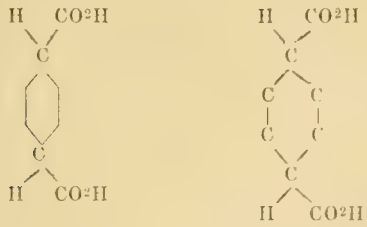
La Nature fait des mélanges comme ceux que l'expérience nous révèle. Ces idées, qu'on trouve avec plaisir dans les notes de M. Tiemann, ont d'ailleurs été déjà exprimées. Une observation plus nouvelle est relative à la symétrie. Tous les corps optiquement actifs sont plus odorants que leurs racémiques. En raison de ces faits, reviendra-t-on au naturalisme au point d'abandonner les alcaloïdes purs des plantes pour recourir de nouveau aux *extraits*? La raison de cette production de parfums compliqués se trouverait sans doute dans le texte ou la pensée de Darwin sur l'attraction par une espèce déterminée d'Insectes qui en recherchent instinctivement l'odeur.

M. Marsh et Gardner [1], après un long travail sur les acides du camphre, sont arrivés à une curieuse idée de formules sphériques. Dans les corps à double liaison, on considère des isomères *cis* ou *trans*. Cela est vrai pour les acides maléique et fumarique; les acides hydrotéréphtaliques de Baeyer ne sont qu'une intercalation dans la double liaison :

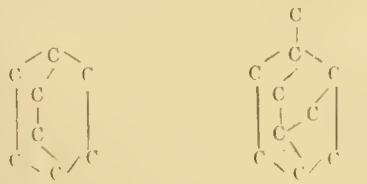
[1] Il y a là un fait qui devrait nous frapper : notre ville de Grasse était un marché très important d'essences provenant de la région environnante et elle se trouvait en état de centraliser les essences exotiques à côté des siennes. Mais, pour qu'il en fût ainsi, il eût fallu que des hommes d'industrie installassent des laboratoires dirigés par des chimistes de valeur et des chimistes exécutants. La coutume ancienne l'a emporté, et si l'on n'y prend garde, aura rendu toute lutte impossible. Là où l'industrie des parfums était une spéculation agricole paisible, une lutte industrielle s'est établie si rapide que certains parfumeurs recherchent maintenant les parfums étrangers.

[2] *Berichte*, 1896, p. 901.

[1] *Chem. Soc.* février, 1896.

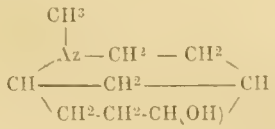


Cela dérive de C; mais si l'on considère C, on sera conduit à des formules semblables à celles de Meyerling; ces formules de Meyerling; semblent mieux représenter les considérations ci-dessus, si on les met en sphère :



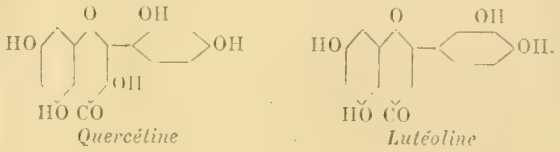
La dernière formule représente la disposition des atomes dans le camphène.

Les alcaloïdes que M. Tanret a trouvés dans la racine de grenadier et a nommés *pelletiérine*, *pseudo-pelletiérine*, etc., s'appellent maintenant *granatine*, *granatimine* $C^8H^{15}Az$, *granaténine* $C^8H^{13}Az$, *granatonine* ou *pseudo-pelletiérine* $C^8H^{15}AzO$. C'est un abus contre lequel on ne proteste pas assez que celui de changer ainsi le nom des choses sans nécessité : pelletiérines et dérivés vaut bien granatolines, granatines, etc., et a surtout l'avantage de ne pas rayer en même temps le nom des premiers auteurs. La plupart de ces dérivés du *Punica granatum* — on pourrait aussi dire punicines — sont représentés par des formules du type de celles de Meyerling, ou sphériques. Un dérivé de $C^8H^{15}Az(OH)$ se développe comme suit :



C'est ainsi que les formules des substances toxiques s'éloignent du type primitif des formules de la série pyridique simple. D'ailleurs, la qualité d'être toxiques n'est le privilège ni d'une classe de formules, ni même des composés azotés. MM. Barlow Wood, Spivey et Easterfield ont montré [1] que, dans sa composition, le plus légendaire des poisons d'Orient est non azoté : le « charas » du Pendjab passe, en effet, pour être le plus actif des « haschisch » usités. Ces savants ont eu en mains 2 kilogrammes de charas. L'extrait alcoolique de cette matière a été distillé dans le vide et a rendu environ 600 grammes d'une huile rougeâtre distillant à 265°. Une seconde distillation dans le vide a été effectuée sans décomposition à la même température. Cette huile, très stable, a pour formule $C^{18}H^{24}O^2$. Elle est insoluble dans l'eau, sans action sur la potasse alcoolique, ne se laisse ni acétyler, ni benzoyler; ni azones, ni oximes ne se forment. Maintenant on pourra donc faire une étude physiologique sérieuse de l'action d'un haschisch défini.

La masse énorme des travaux publiés vise le plus souvent des questions de détail; cependant on peut dire que les travaux de longue haleine continuent constamment d'occuper un nombreux personnel de savants. Tous les ans les mêmes problèmes reviennent revus et augmentés. Ainsi des terpènes, des camphres, des parfums, des matières colorantes, etc. Les recherches de Herzig, de S. V. Kostanecky et de Perkin continuent à nous éclairer sur la formule des composés tinctoriaux des bois colorants. On sait maintenant que les formules de la quercétine, du fustet, de la gaude (*Reseda luteola*), du morin (*Morus tinctoria*), plantes bien différentes, ont des formules semblables :



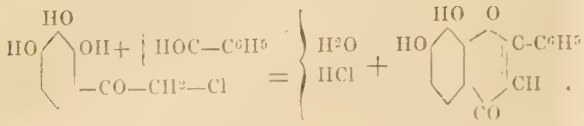
Les autres matières citées ont, à une position près, le même type de structure : ce sont les flavones. Les bois colorants offrent souvent une saveur sucrée fort prononcée. Aussi ne voit-on pas jusqu'à cinq groupes alcool fixés autour de la molécule, qui disparaît presque, en tant que noyau aromatique, pour devenir alcool pentatomique.

P. Friedländer et H. Rüdt [1] ont fait des recherches difficiles — et sortant de l'ordinaire en ce qu'elles ont un but — qui tendent à éclaircir divers problèmes de synthèse avoisinant la synthèse même des pricipes naturels des bois colorants dont il a été question plus haut. On a tellement épuisé la question de la synthèse par condensation des aldéhydes avec les acétones aromatiques que le sujet est devenu un peu banal; ses résultats, d'ailleurs, sont peu importants. Les auteurs viennois se sont proposé de faire entrer en réaction le groupe $CO\text{-}CH^2OH$ des acétones-alcools sur les aldéhydes.

Partant de l'anhydroglycopyrogallol de Nencki ou bien de leur chloracétopyrogallol et de la benzaldéhyde ils sont arrivés à une dioxyflavone, dont le groupe fondamental a été établi par Herzig et V. Kostanecki :

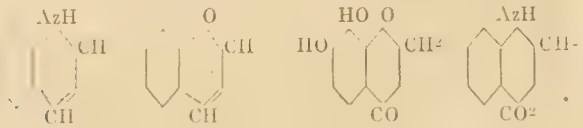
[1] *Chem. Soc.*, 1896.

[1] *Berichte*, 1896, p. 878 et 1751.



Chloracétopyrogallol *Dioxyflavone*

Cet anhydroglycopyrogallol, en négligeant ici les groupes latéraux, présente un sérieux intérêt au point de vue des matériaux de construction organique dans les séries voisines de l'indoxyle d'abord, et même des indols :



Indol *Cumarone* *Anhydroglyco-pyrogallol* *Indoxyle*

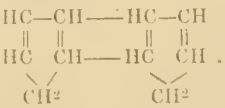
Cela permettra, d'après les auteurs, d'aborder la synthèse d'indigos sans azote, tels que :

dont ils ont déjà obtenu quelques représentants peu stables.

G. Kraemer et A. Spilker [1] comparent avec l'indène le carbure C^5H^6 de A. Etard et P. Lambert en raison de la propriété que ces derniers lui ont trouvée de se polymériser et de se dépolymériser presque indéfiniment par la chaleur. Les formules des auteurs résumant leur travail sont :

Pyropentylène *Indène*

Le polymère à facile rupture du pyropentylène possède deux liaisons — d'après les indices, — et les auteurs le formulent :



Le plus important travail organique de l'année est assurément celui de E. Baumann et E. Roos [2] sur la présence normale de l'iode dans la glande thyroïde et sur les conséquences de ce fait. Autrefois, la médecine faisait usage de potions où entrait de l'éponge torréfiée. Cela n'allait pas sans provoquer des remarques plaisantes. Vers la moitié de ce siècle on reconnut la présence de l'iode dans ce médicament, qui cessa de paraître ridicule, car les composés de l'iode étaient entrés dans l'usage courant des médecins en vue du traitement du goitre. Cette maladie a pu s'améliorer ou guérir, mais on ne savait cependant rien de véritablement démontré sur sa cause et sur sa nature. Y avait-il des microbes? des plasmodies? On l'ignorait. Or, les auteurs, dont nous résumons la découverte, ont constaté que de la sécrétion de la glande, ou de la glande lacérée, on peut isoler deux albuminoïdes : la thyro-iodoglobuline et la thyro-iodalbumine. Ces préparations isolées sont fort toxiques, mais agissent très rapidement sur le goitre, le myxœdème et même le psoriasis. Sur un grand nombre de glandes analysées on a trouvé au plus 0,00008 d'iode de leur poids sec. Dans les hauts cantons suisses où sévit le goitre, les glandes analysées n'ont pas manifesté d'iode. Comme les travaux de M. Chatin ont montré que l'iode se trouvait dans le cresson et quelques autres espèces, il faut croire que les eaux, le sol, contiennent normalement quelques traces d'iode, sauf quelques rares contrées reposant sur des roches qui en sont exemptes. Ces traces, le spectroscope les montrera maintenant; mais une glande de notre organisme a toujours su les extraire et les accumuler dans sa sécrétion.

L'organisme acclimaté à une région demande donc une sorte de thériaque de corps simples pour former ses humeurs? La grande masse matérielle de l'homme, os et chair, sert à établir une mécanique puissante, mais les échanges de matière, qui sans cesse assurent sa marche compliquée, sont des millièmes de fer, des cent-millièmes de manganèse, de cuivre, de fluor, de potassium, du phosphore nerveux. Bien des éléments sont encore à connaître sans doute et on les cherchera, sachant aujourd'hui que, faute de quelques millionièmes d'iode dans une glande, nous pouvons passer une vie misérable. Les chimistes analysent avec soin les eaux minérales et beaucoup, dont je suis, se disent qu'on pourrait bien les refaire en dissolvant leurs principes les plus abondants dans de l'eau saine. Les médecins tenaient ferme pour les eaux minérales; je n'hésite plus à penser qu'ils avaient raison. Si des quantités, si petites qu'elles ont échappé à l'analyse non prévenue, peuvent agir profondément, rien ne peut nous prouver que d'autres traces indispensables existent dans certaines eaux de rivières ou de source. Après la découverte de l'argon et de l'hélium, M. Bouchard et d'autres savants n'ont-ils pas trouvé ces éléments dans les sources?

A. Etard,
Docteur ès sciences,
Répétiteur de Chimie
à l'École Polytechnique.

[1] *Berichte*, 1896, p. 552.
[2] *Zeitsch. fur. physiolog. Chemie*, t. XXI, p. 481 et t. XXII, p. 1.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA LOI DE VARIATION DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE APPLIQUÉE A UN TRANSFORMATEUR EN INFLUENCE-T-ELLE LE RENDEMENT ? — UN NOUVEAU DENSIMÈTRE

La force électromotrice fournie par un alternateur a une valeur variable, successivement positive et négative, qui peut être représentée en fonction du temps par une courbe du genre de la sinusoïde. Examinons de plus près la manière dont naît cette force électromotrice. Un aimant ou un électro-aimant crée dans l'espace qui l'environne ce que l'on appelle un *champ électrique*, dont la manifestation se traduit par l'attraction ou la répulsion exercée sur un corps électrisé, qui se meut en suivant une courbe que l'on appelle *ligne de force*. Toutes les courbes semblables s'étalent en éventail à partir des pôles. Elles sont matérialisées par les enchaînements des grains de limaille de fer dans l'expérience du *fantôme magnétique*. Leur nombre est évidemment infini. On parle quand même de nombres finis de lignes de force. Voici par suite de quelle convention : soit une surface qui est normale en tous ses points aux lignes de force et que nous divisons en éléments assez petits pour que sur chacun d'eux nous puissions, en tout état de cause, considérer comme constante la valeur du champ. Si la somme

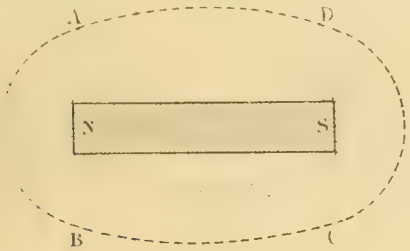


Fig. 1. — *Fantôme magnétique.* — N S, pôles d'un aimant; A B C D, trajet du circuit considéré. — Les lignes de force sont représentées en pointillé.

des produits de chaque élément par la force qui lui est appliquée est égale à 1, on dit qu'*une* ligne de force passe au centre de la surface considérée, qui est une surface unité. Celle-ci sera d'autant plus petite que le champ sera plus intense, et, par conséquent, le nombre de lignes de force traversant une surface donnée quelconque varie de la même façon que le champ : la convention adoptée est rationnelle. Lorsqu'un fil conducteur métallique, faisant partie d'un circuit fermé, est mis en mouvement dans un champ, il se développe dans le conducteur une force électromotrice variable, dont la valeur est à chaque instant fonction du nombre des lignes de force qui ont été coupées. La production d'une telle force électromotrice est un phénomène d'*induction électromagnétique ;* ce phénomène a été observé pour la première fois, vers 1831, par Faraday, observation d'une fécondité merveilleuse, puisque toutes les machines électriques employées en industrie sont des machines à induction.

Si nous reprenons le fil conducteur dont nous nous sommes servi tout à l'heure, et que nous le fassions tourner autour d'un aimant ou d'un électro-aimant, nous engendrerons une force électromotrice qui, partant de zéro, croîtra jusqu'à un maximum, reviendra à zéro, changera de direction et repassera par un nouveau maximum, ou plutôt par un minimum si nous donnons le signe négatif à la nouvelle direction et le signe positif à la première. La force électromotrice reprendra ensuite une valeur nulle lorsque nous achèverons notre tour. Il est facile de s'expliquer ce qui précède en examinant un fantôme magnétique (fig. 1). Les traits tirés représentent le chemin parcouru par notre fil. Le nombre de lignes de force qu'il coupe est maximum en A B et C D, minimum en B C et D A. Nous n'insistons pas sur le changement de signe : l'explication en est presque toute naturelle si l'on donne un sens à chaque ligne de force depuis le pôle positif jusqu'au pôle négatif. Nous avons de cette façon obtenu une véritable force électromotrice *alternative*. Nous l'obtiendrons encore si, au lieu de promener le conducteur dans le champ d'un seul aimant, nous le faisons passer devant une série de pôles successivement positifs et négatifs. Les alternateurs réalisent ces conditions. On admet généralement dans les calculs, que la courbe qu'ils fournissent est une sinusoïde (A, fig. 2). Cela n'est pas tout

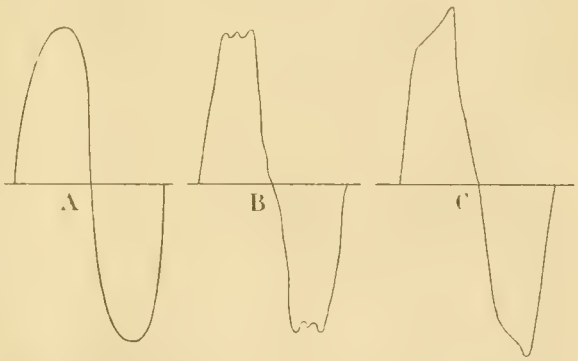


Fig. 2. — *Différentes formes de courbes.* — A, courbe sinusoïdale régulière; B et C, courbes données par un même alternateur, la première à vide, la seconde à pleine charge.

à fait exact. Les courbes réelles sont moins régulières que des sinusoïdes. Elles varient avec le type d'alternateur et avec la charge. Il est facile de le comprendre : leur forme, résultant de la disposition des lignes de force, dépend, par conséquent, des dimensions des épanouissements polaires, de la quantité de fer qui se trouve dans l'armature, du courant qui traverse celle-ci et qui produit un champ secondaire se superposant à celui des inducteurs, etc. Le constructeur peut donc, à son gré, en admettant qu'il ait réuni sur ce sujet un nombre suffisant d'observations, créer des machines donnant des courbes étudiées et déterminées à l'avance. Ce genre d'études est-il nécessaire? Vaut-il mieux, au contraire, comme font quelques constructeurs, ne pas s'occuper du tout, dans le projet d'un alternateur, de la courbe de la force électromotrice qu'il engendrera ? Cette façon d'agir nous semble inadmissible tant que l'on n'aura pas prouvé que la forme de cette courbe est sans influence sur le rendement et sur le fonctionnement de l'alternateur et des appareils qu'il alimente. Et si cette influence existe, il est d'un immense intérêt de connaître très exactement les lois qui la régissent, de savoir quelles sont les courbes qui conviennent le mieux aux différents cas. C'est une partie de ce problème fort complexe et jusqu'à cette époque encore peu abordé, que MM. Stanley Beeton, C. Percy Taylor et J. Mark Barr ont tenté de

résoudre. Ils ont entrepris et mené à bien une série de recherches sur la façon dont varient les pertes dans le noyau d'un transformateur avec la forme de la courbe de la force électromotrice appliquée. Dans une communication qu'ils ont faite dernièrement sur ce sujet devant l'*Institution of Electrical Engineers*, après avoir décrit l'appareil qu'ils ont employé et avec lequel ils ont pu obtenir des formes de courbes quelconques, ils ont longuement exposé les résultats de leurs travaux.

Les éléments nécessaires au tracé de chaque courbe ont été déterminés au moyen du dispositif de M. Joubert. Supposons qu'il s'agisse de tracer la courbe de la

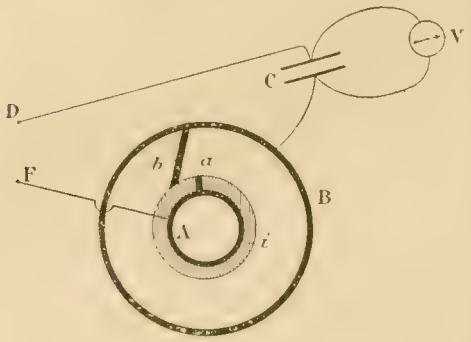


Fig. 3. — *Dispositif de M. Joubert pour le tracé des courbes de force électromotrice.* — A, bague métallique mobile; *a*, doigt métallique; *i*, matière isolante; *b*, balai; B, bague fixe; C, condensateur; V, voltmètre; D, F, points entre lesquels on veut mesurer la différence de potentiel.

différence de potentiel entre deux points D et F (fig. 3). Il faut tout d'abord disposer d'un arbre ayant une vitesse telle que le temps employé pour faire un tour comprenne très exactement un nombre entier quelconque de périodes. Cet arbre sera celui de l'aternateur lui-même ou celui d'un moteur tournant synchroniquement. Le point D est relié directement à l'une des armatures d'un condensateur C. Le point F est en communication avec une bague métallique A portée par l'arbre dont nous avons parlé et recouverte d'une matière isolante *i*, sauf en *a* où un doigt, qui est également métallique, la traverse et vient affleurer. D'autre part, la seconde armature du condensateur est rattachée à une bague fixe B portant un balai conducteur *b*. Celui-ci peut être placé

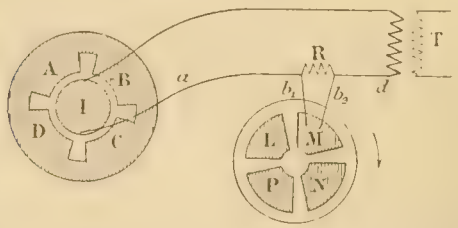


Fig. 4. — *Dispositions de l'injecteur.* — I, induit de l'alternateur; A, B, C, D, pôles de l'alternateur; L, M, N, P, plaques du disque injecteur; b_1 b_2, balais; R, résistance ou capacité; T, transformateur.

à n'importe quel point de la circonférence B. On comprend dès lors le fonctionnement de l'appareil. Puisqu'un tour de la bague intérieure correspond à un nombre entier de périodes, chaque fois que *a* vient à toucher *b*, le condensateur C se charge sous une différence de potentiel constante qu'il s'agit de mesurer. C'est là un problème facile que l'on résout au moyen d'un électromètre ou d'un galvanomètre balistique. En changeant la position du balai *b*, on change l'instant des contacts, et de proche en proche, on peut ainsi obtenir de la courbe autant de points qu'il est nécessaire pour la tracer exactement.

La disposition adoptée précédemment par les physiciens pour obtenir des courbes différentes consistait à combiner plusieurs alternateurs A, B, C, D, etc., choisis de telle façon que B, C, D donnent les premières *harmoniques* de la courbe de A, c'est-à-dire des courbes semblables, mais ayant une période 2 fois, 3 fois, 4 fois plus courte que la première. On les prenait, autant que possible, sinusoïdales. L'association de l'alternateur A avec un ou plusieurs des suivants produisait des courbes présentant des déformations particulières : la figure 5 montre quel est le résultat de la combinaison de A et de B. On voit combien cette méthode est compliquée, puisqu'elle exige plusieurs machines de même type dont les nombres de périodes soient dans des rapports

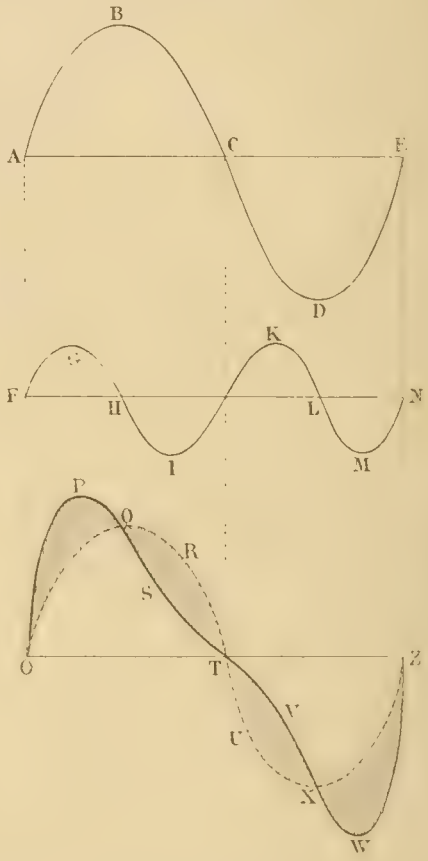


Fig. 5. — *Exemple de deux courbes simples et de la courbe résultante.* — Des deux courbes supérieures, l'une est une harmonique de l'autre. La courbe inférieure, tracée en gros traits, résulte de leur combinaison. Nous y avons tracé en traits tirés la courbe composante principale. Les hachures reproduisent les modifications introduites par la seconde.

donnés. Celle qu'ont employée MM. Beeton, Taylor et Barr est beaucoup plus simple. Un seul alternateur quelconque suffit. Le principe consiste à *injecter* pendant certaines parties de chaque période des résistances ou des capacités dans le circuit de la machine.

L'*injecteur*, c'est le nom donné à l'appareil, comprend un disque portant des plaques métalliques isolées les unes des autres en nombre égal à celui des pôles de l'alternateur, sur l'arbre duquel nous admettons qu'on le fixe. Supposons qu'il y ait quatre pôles A, B, C, D, et, par conséquent, quatre plaques L, M, N, P (fig. 4). Deux balais b_1, b_2, attachés aux extrémités de la résistance ou de la capacité à intercaler R, viennent frotter sur le disque. Ils sont compris dans la portion *a d* du circuit alimentant le transformateur T. Lorsqu'ils reposent sur la même plaque, le courant suit le chemin *a* b_1

b_2 d; lorsqu'ils se trouvent sur des plaques différentes, le courant passe par a R d, et la résistance est *injectée*. En fixant convenablement la position des balais et l'intervalle qui les sépare, on peut régler l'époque et la durée de l'injection. Par exemple, admettons que celle-ci doive avoir lieu d'α en β (fig. 6). On amènera l'induit de l'alternateur dans la position correspondant à α, position qu'il est facile de connaître par une étude et un repérage préalables de la courbe de force électro-motrice. Cela étant fait et le sens de rotation du disque étant celui qui est indiqué par la figure 4, on placera le balai b_1 sur la ligne séparative de L et M. Puis, l'induit étant dans l'autre position β, b_2 sera posé sur la même ligne séparative. Il en résultera que, dans tout l'intervalle α β, les balais seront sur des plaques différentes. Quand le disque aura tourné d'un quart de tour, les mêmes phénomènes se reproduiront, puisqu'il contient 4 plaques égales. Et cela est nécessaire, car évidemment l'injection doit avoir lieu d'une manière semblable dans toutes les demi-phases; l'alternateur possédant 4 pôles donne naissances à quatre demi-phases par tour de l'induit.

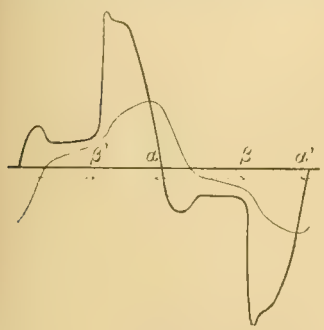


Fig. 6. — *Forme particulière de courbe obtenue par l'injection d'une résistance.* — L'injection s'est faite entre α β et α' β'. — En traits minces, on a tracé la courbe du courant (courbe inférieure).

La machine employée par MM. Berton, Taylor et Barr était, en réalité, une machine à 16 pôles donnant 100 périodes à la seconde. Elle alimentait un transformateur Morden de 3 kilowatts, qui comprenait trois enroulements, deux à basse tension, aux bornes desquels pouvait être appliquée une force électromotrice de 50 volts, et un troisième à haute tension calculé pour 2.000 volts. Un seul des deux premiers enroulements était utilisé, les deux autres étaient laissés à circuit ouvert. Dans ces conditions, le transformateur absorbait 2 à 3 ampères et, la résistance ohmique de la bobine magnétisante étant seulement de 0ω016, la perte de charge due à ce courant était insignifiante.

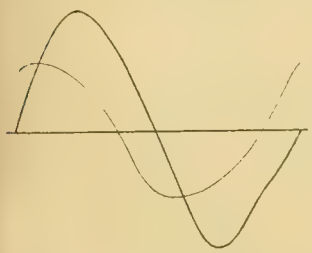


Fig. 7. — *Courbe normale de l'alternateur.* — En traits minces nous avons tracé la courbe du courant (courbe inférieure).

Nous ne suivrons pas les auteurs dans tous les détails de leurs expériences et de leurs études. Avant d'indiquer les conclusions auxquelles ils sont arrivés, nous donnerons seulement deux exemples des courbes qu'ils ont été amenés à enregistrer. La figure 7 nous donne la courbe normale de l'alternateur, relié directement au transformateur; la figure 6, celle qui a été obtenue en intercalant dans le circuit durant toute la période une capacité de 96 microfarads, et en injectant pendant les intervalles α β, α' β' une résistance de 36 ohms. La dernière courbe diffère totalement de la première et montre que la méthode adoptée permet d'obtenir toutes les modifications que l'on désire, mieux et plus simplement que par l'association d'un certain nombre de machines.

En même temps que l'on inscrivait la force électromotrice aux bornes du transformateur, on notait la différence de potentiel aux extrémités d'une résistance dépourvue de self-induction, d'où l'on pouvait déduire par conséquent, les valeurs instantanées du courant. D'autre part, des essais préalables, faits sur le noyau de fer du transformateur, avaient permis de déterminer, pour une fréquence de 100 périodes à la seconde, la relation entre l'induction maxima et les pertes *par hystérésis*, qui sont les dépenses d'énergie dues à une sorte de paresse que montre le fer pour se désaimanter et se re-aimanter lorsqu'il est soumis à un champ alternatif. Une autre cause de perte dans les transformations est due aux *courants de Foucault*: de même que des courants naissent dans les fils de cuivre du circuit secondaire, sous l'effet de l'induction, de même il s'en produit dans le noyau de fer lui-même; ce sont eux que l'on appelle courants de Foucault. Ils occasionnent une perte d'énergie que les physiciens anglais, dont nous citons les expériences, n'ont pu mesurer directement, mais qu'ils ont calculée en soustrayant les pertes par hystérésis des pertes totales obtenues au moyen des courbes du courant et de la force électromotrice appliquée. La résistance ohmique du circuit

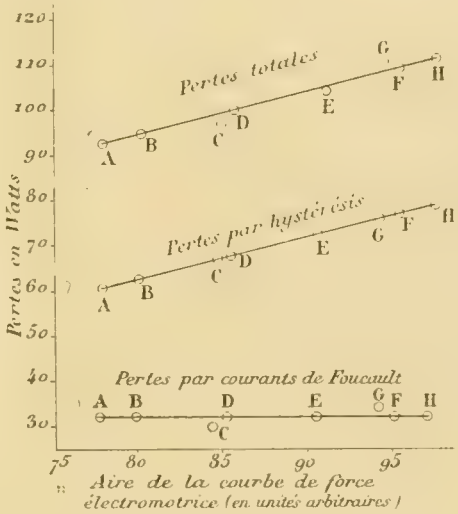


Fig. 8. — *Courbes des pertes du transformateur.*

inducteur étant très faible, nous l'avons dit, on a considéré comme négligeable la valeur de l'énergie qu'elle absorbait. Dans toutes les expériences, la valeur de la différence de potentiel efficace aux bornes du transformateur, observée au moyen d'un voltmètre ordinaire, a été maintenue autant que possible constante et égale à 50 volts. On l'a ensuite mesurée exactement par les courbes. Elle avait varié de 48v 1 à 49v 8. Tous les résultats obtenus ont été corrigés en conséquence par des lois de proportionnalité qui, en admettant qu'elles ne fussent pas rigoureusement exactes, ne pouvaient guère causer d'erreur notable, car les différences sur lesquelles on opérait étaient très petites. L'étude des tableaux dressés par les auteurs les a amenés à formuler les conclusions suivantes :

1° Si la racine carrée du carré moyen de la force électromotrice appliquée aux bornes du transformateur, en d'autres termes, si la force électromotrice efficace est constante, ainsi que l'aire de la courbe qui lui correspond, les pertes dans le noyau du transformateur sont également constantes.

2° Si la force électromotrice efficace seule reste constante, les pertes par courants de Foucault ne varient pas, les pertes par hystérésis et les pertes totales ont des valeurs qui dépendent de l'aire de la courbe de force électromotrice et qui augmentent avec elle. La figure 8 précise cette dernière loi. Les courbes ont été obtenues au moyen des résultats fournis par 8 essais désignés par les lettres A B C D E F G H. (Les essais C et G semblent entachés d'erreurs.)

Une intéressante discussion a suivi la lecture faite par MM. Beeton, Taylor et Barr. Les ingénieurs anglais présents n'ont pas été tous d'accord pour reconnaître aux travaux qui venaient d'être exposés une utilité pratique suffisante. « Par un choix rationnel de la forme de la courbe de force électromotrice, ont-ils objecté, vous pensez arriver à économiser 10 °/₀ de l'énergie consommée en pure perte dans les noyaux des transformateurs. Mais ces appareils n'exigent ainsi que 2,5 °/₀ de l'énergie totale qu'on leur transmet. Par conséquent votre économie ne dépasse pas 0,25 °/₀. C'est une quantité vraiment négligeable. » Nous ne saurions penser de cette façon. Tout d'abord remarquons que le calcul précédent n'est juste que si le transformateur travaille à pleine charge, ce qui n'est pas du tout le cas général. Nous dirons même que c'est l'exception. Les sociétés d'éclairage électrique ne le savent que trop. Nous pourrions ajouter aussi qu'une économie réelle n'est jamais négligeable, si faible qu'elle soit. Mais nous croyons qu'il convient d'élargir davantage le débat. Ce n'est pas seulement au point de vue des transformateurs qu'il faut envisager l'étude de la forme du courant alternatif, c'est aussi au point de vue des moteurs, des lampes, des câbles, etc. Rien ou presque rien n'a été fait jusqu'ici dans cette voie. Sans doute le retard n'est pas bien important, et il est d'autant plus excusable que l'emploi des courants alternatifs date à peine de quelques années. Mais nous croyons qu'il est maintenant nécessaire de pénétrer plus avant dans les mystères du fonctionnement de nos machines.

Les Américains, s'ils ont fait peu de chose, ont du moins fait quelque chose. Ils mettent en vente, par exemple, des alternateurs qui répondent à des types de courbe différents, selon qu'ils sont destinés à des transports d'énergie à courte ou à longue distance. Peut-être les résultats acquis à ce sujet ne sont-ils pas encore bien établis: peut-être les choix qui ont été faits ne sont-ils pas sans reproche; mais, en tout cas, il y a là un indice à observer, une marche en avant à enregistrer dans une direction nouvelle; et nous pouvons être assurés que les ingénieurs d'outre-mer ne s'arrêteront pas en si bon chemin. En France il est certain qu'à ce point de vue, nous sommes déjà en arrière. Nos maisons, en général, ne s'inquiètent que très peu de la forme des courbes fournies par leurs machines. Quelques-unes même ne la connaissent pas du tout. Si étonnant que cela puisse paraître, cela est exact ou tout au moins l'était encore il y a peu de temps. Nous souhaitons que les choses aient changé. Les études du genre de celles que nous avons citées aujourd'hui sont longues, difficiles, mais importantes: elles fourniront sans doute les indications nécessaires pour construire les machines les mieux appropriées au but à remplir. Il est possible aussi qu'elles donnent davantage et qu'elles permettent par la coordination des résultats observés, de préciser certaines lois indécises, de rectifier certaines théories incomplètes ou inexactes. Leur utilité s'étendrait donc non seulement à l'industrie électrique tout entière, mais encore à la science elle-même.

A. Gay,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Dans deux livraisons récentes (30 mars et 30 avril 1896), la *Revue* a donné la description de deux densimètres, proposés, l'un par M. Bouffall, l'autre par M. Piéri. Ces instruments sont basés sur ce principe que des colonnes liquides qui se font équilibre dans des vases communiquants, ont leurs hauteurs inversement proportionnelles à leurs densités. C'est le principe des appareils qui ont servi à Petit et Régnault pour mesurer la dilatation absolue du mercure. C'est aussi le principe des densimètres de Bayle et de Babinch [1]. Ces appareils sont purement théoriques.

[1] *Cours de Physique*, par Violle. T. I, n° 212, fig. 312 et 313.

Voici le dispositif que j'ai adopté et dont le maniement facile m'a fourni des mesures précises, du moins jusqu'à la troisième décimale.

Les quatres tubes A, B, C, D, d'un même calibre, portent l'indication d'un même niveau *a b* passant par le déversoir de l'entonnoir A, et par les 0 des échelles gravées sur B et C. La graduation de ces échelles est arbitraire : nous l'avons faite en centimètres et millimètres. Pour diminuer les effets de capillarité, les tubes ont une section d'environ un cm. de diamètre.

Tous les robinets étant fermés, on verse en A de l'eau distillée jusqu'à ce qu'elle déborde par le déversoir, et jusqu'à ce qu'elle affleure le 0 de l'échelle en B. On verse ensuite le liquide dont on cherche la densité par l'entonnoir D, jusqu'à ce que le niveau de ce liquide se maintienne au niveau marqué sur ce tube D. Pour cela il a fallu qu'une certaine quantité d'eau se perdît par le déversoir A pendant que le niveau de l'eau baissait dans B.

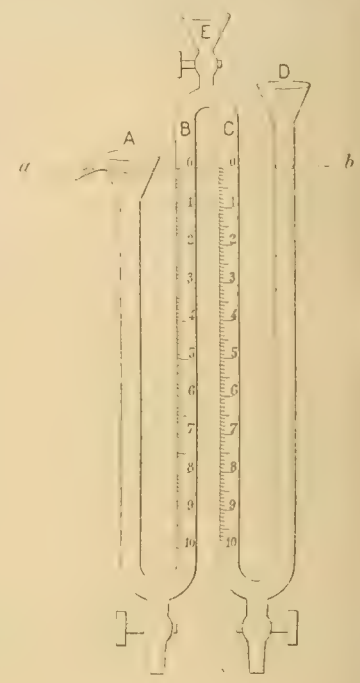


Fig. 1.

Supposons que le niveau de l'eau dans B se maintienne au chiffre 4 de l'échelle, et que le niveau du liquide étudié s'arrête au chiffre 2 dans C. A ce moment, la surface de l'eau dans B supporte une pression égale au poids d'une colonne cylindrique du liquide étudié ayant pour base la section du tube et pour hauteur 2 centimètres. De même, la surface de ce dernier liquide dans C supporte une pression égale au poids d'une colonne d'eau de même base et de 4 centimètres de hauteur. Les volumes de ces colonnes sont entre eux comme leurs hauteurs; quant à leurs poids, ils sont égaux puisque les liquides sont en équilibre. Soient: P ce poids commun; V le volume de la colonne du liquide étudié, V′ celui de la colonne d'eau; D, la densité cherchée et D′ = 1 celle de l'eau. On a :

$$D = \frac{P}{V}, \quad D = \frac{P}{V'};$$

$$\frac{D}{D'} \text{ ou } D = \frac{V'}{V} = \frac{4}{2} = 2.$$

L'entonnoir à robinet E ne sert pas seulement au lavage de l'appareil : il est encore utile quand il s'agit d'étudier un liquide dont la densité est très éloignée de celle de l'eau. Il pourrait alors arriver que l'écart des deux niveaux dans B et C dépasse 10 centimètres. Dans ce cas, après avoir versé l'eau dans A, on verserait une partie du liquide dans D en maintenant le robinet E ouvert, et l'on fermerait ce robinet avant d'achever le remplissage : de cette façon on arriverait à maintenir l'écart des niveaux dans les limites des échelles.

Dr M. Lefebvre,
Professeur au Collège Saint-Joseph
(Virton, Belgique).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Stieltjes (feu T.-J), *Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Essai sur la Théorie des nombres (Premiers éléments).** — *Un vol. in-4° de 102 pages. (Prix : 5 fr.). Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Ce livre du feu géomètre, si prématurément enlevé à la science dans la plénitude de son activité mathématique, n'est pas un mémoire original, mais une œuvre de haut enseignement. Seulement, si le fond des matières traitées n'appartient pas à l'auteur (c'est un résumé des recherches d'Euler, de Gauss, de MM. Hermite, Smith, Kronecker, Fröbenius, Méray...), la méthode d'exposition et le choix des développements suffisent pour assurer l'intérêt et le mérite de l'ouvrage.

Après une théorie de la divisibilité et des congruences, traitée avec concision et élégance, on trouvera la discussion complète d'un système d'équations linéaires (à coefficients entiers et solutions entières), ou de congruences linéaires à plusieurs inconnues. Le problème est résolu soit directement, soit par la considération des formes bilinéaires. Signalons aussi, au sujet des matrices, plusieurs théorèmes (nombre des déterminants indépendants dans une matrice...) importants pour plusieurs branches de l'analyse.

Le livre est intitulé *Premiers éléments;* nous ignorons si la mort a permis à Stieltjes d'achever l'exposition des théories si ardues de l'Arithmétique supérieure.

Léon Autonne.

Schrœder (E.), *Professeur de Mathématiques à l'Ecole Technique supérieure de Karlsruhe.* — **Vorlesungen über die Algebra der Logik.** *IIIer Band.* **Algebra und Logik der Relative,** *IIe Abteilung.* — *1 vol. gr. in-8° de 649 pages avec fig. (Prix: 20 fr.). B. G. Teubner, éditeur. Leipzig* 1896

La logique déductive, traitée à l'aide du calcul, est devenue une science que M. Schrœder désigne sous le nom de *Logique exacte* et qui, par le caractère de la méthode employée, doit être classée dans la Science mathématique. Elle a pris naissance dans les écrits d'Auguste de Morgan et a reçu un développement important grâce aux recherches de MM. Ch. S. Pierce, Dedekind et Schrœder.

Ce dernier s'est proposé de réunir ces travaux en un exposé systématique et vient de publier la *première partie* du t. III de son grand Traité. Le volume est entièrement consacré aux opérations de la Logique relative, en particulier, au domaine binaire. H. Fehr.

Vigreux (Ch.), *Répétiteur à l'Ecole Centrale,* et **Milandre** (M.). — **Etude d'une usine élévatoire pour irrigations avec machines à vapeur et roues élévatoires.** — *1 vol. in-8° de 168 pages avec 1 atlas de 19 planches. (Prix : 20 fr.) — E. Bernard et Cie, éditeurs. Paris,* 1896.

Cet ouvrage forme les livraisons 61 à 65 de la série bien connue sous le nom de *l'Art de l'Ingénieur,* commencée par feu L. Vigreux, professeur à l'Ecole Centrale, et continuée sous la direction de son fils, Ch. Vigreux. Il constitue une des applications de la partie didactique déjà publiée.

Le programme qui y est traité est le suivant : une plaine, située près de l'embouchure d'un fleuve, doit être irriguée par un canal prenant ses eaux au fleuve, et rendant celles qui ne sont pas consommées à la mer. Les machines élévatoires de l'usine seront suffisantes pour fournir normalement au canal, à l'étiage du fleuve, un volume total de 500.000 mètres cubes d'eau par vingt-trois heures de marche, et exceptionnellement 750.000. La cote de l'étiage au-dessus de la mer est de 0^m30; celles des plus hautes crues de 0^m85; dans le canal, le niveau de l'eau sera à l'altitude de 2^m90, exceptionnellement à celle de 2^m24. Par suite de cette variation du niveau dans le canal, les appareils employés devront être munis de dispositifs permettant d'élever l'eau, sans perte de travail, soit à l'une, soit à l'autre des deux cotes précitées.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des machines élévatoires. Elle débute par le choix du type à employer. Les auteurs ont écarté : 1° la pompe centrifuge, parce que son rendement n'aurait pas, à leur avis, dépassé 50 °/o (surtout avec les variations de niveau en question), et que l'importance du volume à élever les aurait conduits à employer un grand nombre de pompes ou à construire des appareils de dimensions inusitées, et par suite très coûteux; 2° la vis d'Archimède à canon mobile, pour des raisons analogues; 3° la vis d'Archimède à canon fixe, à cause de son rendement des plus médiocres; 4° la roue à tympan, dont le grand effet utile eût été précieux en l'espèce, à cause de la largeur totale qu'il eût fallu donner à l'ensemble des appareils (36 mètres); 5° la pompe à piston, parce qu'elle est inapplicable pour un si grand débit.

Restait seulement la roue à palettes planes. C'est le type Sagebien, à très faible vitesse, à aubages nombreux et profonds, capable d'assurer un rendement de 75 °/o, qui a été choisi. Il faudra trois de ces roues, de 10 mètres de diamètre, de 3^m60 de largeur, de 2^m40 de profondeur d'aubage, élevant chacune 3 mètres cubes par seconde, en faisant un peu moins de deux tours par minute. Deux d'entre elles feront le service journalier; la troisième permettra d'augmenter de moitié le débit ordinaire et servira de machine de secours, en cas d'arrêt de l'une des deux premières. Tous les détails de construction en sont étudiés, ainsi que ceux de la transmission qui leur amènera le mouvement des moteurs, du coursier, du col de cygne, de la vanne de réglage.

La deuxième partie contient l'étude des machines à vapeur. Le type adopté devait avoir une marche lente et régulière, lente pour éviter la complication dans les transmissions, régulière pour épargner à la grande masse de la roue des à-coups qui l'auraient désorganisée fort vite. Les auteurs ont arrêté leur choix sur une machine Woolf à balancier (du modèle Matter, de Rouen), malgré le coût élevé de ce genre de moteur, largement compensé à leurs yeux par les bonnes conditions de sa marche normale et par la faiblesse de sa consommation journalière. Trois machines de 180 chevaux seront nécessaires : chacune, marchant à trente-sept tours par minute, avec une pression de 6 kilos et une détente de 1/10, aura respectivement, comme diamètres et longueurs des cylindres, 0^m737 et 1^m800 pour le grand, 0^m380 et 1^m385 pour le petit. L'étude du balancier et du parallélogramme de Watt, celles de l'appareil distributeur (du système Correy), du volant, sont très minutieusement faites.

Les chaudières, calculées pour faire face à la consommation simultanée des trois machines, sont constituées par trois générateurs, type de Naëyer, à récupérateur de chaleur, produisant chacune 1.200 kilos de vapeur à l'heure. Le tirage en est assuré par une cheminée de 1 mètre 25 centimètres de diamètre et de 35 mètres de hauteur.

Dans une dernière partie, sont fixées les dispositions générales de l'usine et de ses annexes, et sont évalués les prix de revient de l'ensemble (800.000 fr.) et du mètre cube d'eau élevée (0 fr. 001).

En résumé, l'ouvrage donne une description complète et détaillée de tous les problèmes que soulève une installation du genre de celle que nous venons de décrire sommairement. Il le fait avec beaucoup d'ordre et de clarté, offrant un précieux secours aux praticiens qui auront à faire une installation analogue.

Gérard LAVERGNE.

2° Sciences physiques.

Ledebur (A.), *Professeur de Métallurgie à l'Ecole des Mines de Freiberg* (*Saxe*). — **Manuel théorique et pratique de la métallurgie du Fer.** (*Traduit de l'allemand par* BARBARY DE LANGLADE, *ingénieur civil des Mines, revu et annoté par* F. VALTON, *ingénieur civil des Mines.*) — *Deux vol. grand. in-8° de 534 et 691 pages avec 350 fig.* (*Prix, reliés : 45 fr.*) *Baudry et Cie, éditeurs. Paris*, 1896.

Cet ouvrage est la traduction fidèle annotée de la seconde édition du manuel de Ledebur parue en mai 1894. A la haute autorité du professeur allemand, bien connu des lecteurs du *Stahl und Eisen*, se sont jointes la grande clarté de style du traducteur, M. Barbary de Langlade, et l'expérience profonde de l'annotateur, M. Valton : ce qui donne à ces deux volumes une valeur didactique considérable et en recommande la lecture à tous ceux qu'intéressent les progrès de la sidérurgie. En France beaucoup d'ingénieurs et de savants éminents, tels que Gruner, Jordan, Osmond, etc., ont déjà magistralement traité toutes les questions se rapportant à la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier, et leurs écrits contiennent en grande partie les résultats de leurs recherches personnelles, véritables documents qui expliquent les réactions et souvent les annoncent. Ledebur résume brièvement l'ensemble de ces travaux, ainsi que les publications des métallurgistes étrangers Percy, Lowthian Bell, Howe, Akermann, Tchernoff, etc., et, pour faciliter les recherches du lecteur, il prend le soin d'indiquer, dans une bibliographie très complète placée à la suite de chacun des chapitres, la liste des ouvrages auxquels on peut se reporter. Son manuel, rassemblant les propriétés distinctives du fer et de ses dérivés, l'acier et la fonte, et l'étude théorique et pratique des différents procédés employés pour obtenir ces métaux, constitue l'œuvre la plus complète qui ait été écrite jusqu'ici sur cette branche importante de l'industrie.

L'ouvrage est divisé en trois parties principales. La première contient les généralités qu'il est indispensable de connaître pour bien comprendre les procédés de fabrication de la fonte, du fer et de l'acier décrits dans les deux autres parties. Cette introduction à la métallurgie du fer établit la classification des produits en y joignant quelques documents historiques et quelques notes de statistique sur la production du fer dans le monde entier. Viennent successivement d'abord la théorie des deux opérations antagonistes présidant à toutes les réactions, la combustion ou l'oxydation d'une part, la réduction d'autre part, puis la distinction entre les combustions complètes et incomplètes, criterium de la sidérurgie moderne, enfin l'étude thermochimique des phénomènes de la production et de la transmission de la chaleur, ainsi que des températures de combustion. L'auteur passe ensuite en revue les diverses sortes de combustibles, les combustibles solides crus, les combustibles carbonisés et leur préparation soit en meules, soit dans des fours, les combustibles gazeux à l'air ou à l'eau avec les gazogènes qui servent à les produire ; il omet, toutefois, de parler des combustibles liquides si employés maintenant dans certains pays, et sur lesquels M. Valton vient justement appeler l'attention. Ces combustibles étant destinés à chauffer les fours, c'est la description de ces appareils, ainsi que celle des matériaux réfractaires, acides, basiques ou autres, qui les garnissent que donne le chapitre suivant : elle est suivie de l'exposé complet des laitiers et scories, résidus de la fabrication, exposé accompagné des courbes d'Akermann sur la fusibilité des silicates et de la nomenclature des minerais et fondants avec l'explication de leur préparation mécanique ou chimique avant leur emploi au four. L'étude des propriétés du fer en présence des corps qu'il est susceptible de rencontrer, et en particulier de l'oxygène et du carbone, termine très heureusement ces généralités : M. Ledebur ne perd pas l'occasion d'exposer ses idées sur les divers états du carbone dans son association avec le fer et sur leurs transformations. On sait qu'il ne distingue pas moins de quatre sortes de carbone : le graphite, le « carbone constituant le carbure » ou carbone de cémentation, le carbone de recuit, le carbone de trempe, — et que cette division n'est pas admise par tous les métallurgistes.

La deuxième partie est consacrée tout entière aux propriétés de la fonte et à sa fabrication. Après avoir décrit toutes les nuances de fontes et leurs variétés manganésées et siliciées, M. Ledebur arrive à l'étude des hauts fourneaux et de leurs accessoires, appareils à air chaud, appareils de chargement et de prise de gaz, conduites de gaz et de vent, soufflerie, monte-charges, etc... Puis il expose très clairement la théorie de la fusion au haut fourneau, passe en revue les diverses allures de cet appareil, donne le moyen pratique d'établir rapidement le calcul du lit de fusion en vue de produire une fonte déterminée avec des éléments donnés, et indique l'utilisation possible des produits accessoires de la fabrication, tels que gaz, laitiers, cadmies, poussières, etc. Un dernier chapitre relatif à la deuxième fusion de la fonte au creuset, au réverbère ou au cubilot, complète naturellement les considérations qui précèdent, ainsi que l'exposé de tous les moyens connus pour épurer la fonte, en en éliminant le silicium et le manganèse par le mazéage, en la déphosphorant par le procédé Bell-Krupp, en la désulfurant par le procédé Rollet ou le mélangeur. Il est à noter que M. Ledebur n'entre dans aucun détail concernant la moulerie, qu'il a développée dans un autre ouvrage.

La troisième partie de ce manuel est la plus importante : c'est celle qui est relative au fer et à ses dérivés qui sont malléables et par conséquent non fonteux. Elle débute par une séparation des fers ou des aciers en deux classes suivant qu'ils sont obtenus par soudage ou par fusion : dans le premier cas le métal, fer ou acier, conserve emprisonnée une partie de la scorie au milieu de laquelle il a pris naissance ; obtenu par fusion, au contraire, le métal ne renferme pas de scorie. En ce qui concerne la distinction entre le fer et l'acier, l'auteur s'en rapporte absolument aux termes auxquels s'est arrêté le Comité de Philadelphie en 1876. Alors qu'en France, en Angleterre et en Amérique, on persiste à donner le nom d'*acier* à tous les produits malléables ayant passé par une fusion, l'usage a prévalu en Allemagne de désigner, sous le nom d'acier (*Stahl*), le métal carburé durcissant franchement par la trempe et de conserver le nom de *fer malléable* (*Schmiedeeisen*) au fer qui ne trempe pas, quelle que soit sa provenance, soudage ou fusion. C'est dans l'ordre des deux divisions générales du soudage et de la fusion que M. Ledebur décrit les différents modes de fabrication du fer et de l'acier; mais auparavant il fait un résumé de toutes les connaissances actuelles sur l'influence qu'ont les corps étrangers d'une part et le traitement calorifique d'autre part sur les propriétés physiques et mécaniques de ces métaux et donne de nombreux détails sur les essais auxquels on les soumet. De plus, il passe en revue les appareils mécaniques, — marteaux, presses, laminoirs, — destinés à améliorer le fer et

l'acier et à leur donner une forme déterminée. Ce chapitre nous paraitrait mieux à sa place, s'il faisait suite aux pages qui traitent de l'obtention du métal soit en loupe, soit en paquet, soit en lingot, c'est-à-dire sous la forme où il est possible de l'élaborer. L'auteur débute dans l'exposé de la fabrication du fer et de l'acier par l'étude des anciens procédés directs (Chesnot) et les essais récents auxquels ils ont donné lieu en Amérique, étude suivie bientôt d'une explication détaillée de l'affinage au bas foyer, et du puddlage dans les fours fixes et rotatifs. Tout cet ensemble de la fabrication par soudage comporte une partie théorique d'autant plus intéressante qu'elle est illustrée au moyen de graphiques. Viennent ensuite les procédés par fusion au cubilot, au creuset, à la cornue (Bessemer et Thomas), au four à réverbère (Martin). Ce chapitre constitue la partie la plus complète du livre; il comprend une étude détaillée des lingots avec leurs défauts physiques et chimiques, des lingotières, des poches de coulée. Comme pour le puddlage, les questions d'affinage y sont particulièrement traitées au moyen de diagrammes qui parlent aux yeux. De plus, après l'exposé des fours acides et basiques, M. Valton était tout indiqué pour parler en connaissance de cause de l'établissement des soles neutres en fer chromé, qu'il a préconisées en collaboration avec M. Rémaury.

A la suite de ces deux importants chapitres, se groupent les deux méthodes spéciales de cémentation qui présentent entre elles une certaine analogie, puisqu'elles consistent à exposer le métal, à la chaleur rouge, aux actions de corps susceptibles d'émettre des gaz oxydants ou réducteurs. La première est la cémentation oxydante qui, employant comme cément du peroxyde de fer, s'applique à la fonte et la transforme en fonte malléable; la seconde est la cémentation carburante, qui agit sur le fer et le convertit en acier au contact du charbon comme cément. Dans un dernier chapitre l'auteur examine l'élaboration complémentaire du fer et de l'acier et spécialement les fours qui servent au soudage des loupes et des paquets et au réchauffage des lingots, ainsi que les appareils de chargement. Il étudie à part les différents produits qu'on peut obtenir dans la métallurgie du fer, l'acier corroyé, les gros fers, la verge de tréfilerie, les profilés, les rails, les tôles, les blindages. Il termine par quelques renseignements sur les appareils de finissage, tels que les cisailles et les scies qui sont destinées à diviser les pièces plus ou moins volumineuses de fer et d'acier. Qu'il nous soit permis de regretter que ce chapitre, qui traite de la transformation des dérivés du fer en produits utilisables, n'ait pas reçu, comme il le méritait, un plus grand développement. A part cette légère critique, nous considérons que cet ouvrage, illustré de plus de 350 gravures et écrit dans un langage clair et concis, doit rendre les plus grands services aux métallurgistes de notre pays et fait honneur à son auteur et aux ingénieurs français qui ont contribué à le vulgariser.

Emile Demenge.

3° Sciences naturelles.

Bolles Lee (Arthur) et **Henneguy** (L. Félix). — **Traité des méthodes techniques de l'Anatomie microscopique.** 2e *édition, avec une préface de* M. Ranvier *(de l'Institut).— 1 vol. gr. in-8° de 515 pages avec fig. (Prix : 16 fr.) O. Doin éditeur, 8, place de l'Odéon. Paris,* 1896.

Comme pour la première édition de cet ouvrage, cette deuxième édition marque, par son titre, qu'il s'agit d'un traité de technique. Mais ceux qui fouilleront ce livre, pour y trouver les renseignements techniques dont ils ont besoin, s'apercevront qu'il est quelque chose de plus. M. Bolles Lee, qui a seul rédigé cette deuxième édition, y a tellement mis du sien, que l'on pourrait, modifiant la forme et la destination de cet ouvrage, extrayant tout ce qui est personnel, ajoutant des figures empruntées aux très nombreuses préparations que l'auteur a dû exécuter, faire de ce livre, sinon un traité d'histologie, tout au moins un traité non pas simplement des procédés, mais bien des résultats de la technique anatomo-microscopique.

Mais M. Bolles Lee est avant tout technicien, et a estimé sans doute, et avec raison, que son rôle était bien assez grand de donner aux micrographes les moyens, plutôt que de les instruire des résultats. En demeurant technique, l'œuvre de Bolles Lee est bien plutôt unique en son genre, par son envergure, par l'importance et le nombre des documents qu'elle contient, que si elle s'était transformée en un traité des faits de l'anatomie microscopique.

On ne saurait trop insister cependant sur la quantité des observations précises faites par l'auteur à propos de ce livre, dans le simple but de contrôler les résultats obtenus par d'autres. La note personnelle est donnée à chaque page. On sent, à maintes reprises (p. 107, 184, etc.) que tel procédé est devenu réellement pratique par l'expérience que l'auteur en a faite. Tandis qu'on peut douter, à emprunter directement un procédé à son inventeur, qu'il ait réellement la valeur que lui attribue celui-ci dans son engouement pour sa trouvaille, qu'il soit véritablement aussi facile à exécuter que son auteur, habitué à le manier, veut bien le dire; grâce à l'expérimentation de Bolles Lee, ces doutes sont levés ou tout au moins diminués de toute la confiance qu'on doit accorder au patient et scrupuleux contrôleur de ces procédés. Comme autre avantage à retirer de l'expérience de M. Bolles Lee, certaines méthodes, souvent si difficiles à appliquer sous la forme complète et dans toute la rigueur que leurs auteurs leur ont voulu donner, sont ici simplifiées et réduites à l'essentiel.

Bolles Lee ne s'est pas borné à l'énumération des multiples procédés de la technique histologique moderne, mais s'est élevé au-dessus de ce terre-à-terre de la technique en exposant les principes sur lesquels les procédés sont fondés. (Voir par exemple sa discussion relative à la valeur technique de la classification d'Erlich pour les couleurs d'aniline.)

Ce traité est mis véritablement au point par l'attention toute spéciale dont les méthodes nouvelles y sont l'objet. Plus de 40 pages ont été consacrées, par exemple, aux méthodes récentes d'investigation du système nerveux.

Il est regrettable que l'auteur n'ait pas cru devoir ajouter quelque peu aux chapitres d'embryologie et de cytologie rédigés par M. Henneguy pour la première édition. On eût aimé avoir dans ce livre un résumé des méthodes de reconstruction usitées en embryologie, que l'on ne trouve dans aucun périodique français, et qu'il faut consulter soit dans les mémoires mêmes de leurs auteurs, soit dans diverses revues étrangères. Il eût été bon également que, dans les méthodes cytologiques, une place fût faite à la technique botanique, en excluant, bien entendu, celle des structures propres aux végétaux. Enfin (mais ceci est bien moins une critique qu'un simple desideratum) M. Bolles Lee, qui a enrichi de tant d'utiles renseignements la première édition de l'ouvrage de Bolles Lee et Henneguy, eût rendu son livre complètement utile et en eût fait l'*unique* traité à mettre sur la table du laboratoire, si, non content d'indiquer les procédés d'étude, il avait encore désigné les matériaux de recherche. Il serait, en effet, très désirable que l'on pût trouver exactement dans un ouvrage spécial, sans être obligé de le rechercher *passim*, quel animal il faut employer pour constater le plus aisément telle disposition anatomo-microscopique d'un organe, et aussi quel organe convient le mieux pour l'examen de telle structure cellulaire. Mais peut-être y a-t-il là, d'ailleurs, matière à un ouvrage à part, dont la publication serait des plus profitables.

A. Prenant.

4° Sciences médicales.

Galtier-Boissière (Dr). — **Notions élémentaires d'Hygiène pratique. Hygiène privée. Hygiène publique. Médecine usuelle.** — *1 vol. in-12 de 324 pages, avec 295 gravures et 8 planches en couleur.* (*Prix : 5 fr.*) *A. Colin, éditeur, Paris* 1896.

Ce petit livre mérite l'attention de toutes les personnes vouées à l'enseignement. Depuis longtemps, d'ailleurs, la librairie Armand Colin et Cie nous avait habitués à chercher, — et le plus souvent à trouver, — dans ses publications didactiques, ces qualités d'habile exposition, d'intelligente sobriété, d'extrême clarté, d'illustration parlante, qui conviennent aux ouvrages élémentaires et les rendent vraiment utiles. Ces mérites sont éclatants dans le petit livre que M. le Dr Galtier-Boissière vient d'écrire sur l'*Hygiène pratique*, et qu'il destine aux enfants de nos écoles, au grand public ignorant. Il y a déployé un talent pédagogique de premier ordre.

Sa règle est celle-ci : ne traiter, en chaque question, que le principal, l'essentiel; et y concentrer la lumière.

L'auteur énonce-t-il un précepte d'hygiène, formule-t-il un conseil, toujours il en indique la raison scientifique : il décrit en langage usuel le fait *positif* dominant, sur lequel il se fonde, et prend soin de représenter, à côté de son texte, la disposition anatomique qu'il vise, l'expérience de physiologie dont il se réclame. Son livre est plein de gravures qui donnent au lecteur la sensation des faits concrets, base et point de départ de toute science. Ainsi, le chapitre de la congestion cérébrale consacre, dès le début, quelques lignes à la circulation du sang dans la tête, à l'action de l'insuffisance de l'air sur l'intelligence, et est illustré de bonne figures montrant le cerveau en place dans la boîte cranienne, l'irrigation sanguine de ce viscère, la position des gros vaisseaux qui s'y rendent, la distribution des artères à la face supérieure et à la face inférieure, la richesse du système artériel cérébral. Plus loin, à propos de la scrofule, l'auteur indique l'aspect des scrofuleux, et, tout de suite, fait connaître, en quelques mots et au moyen de dessins appropriés, le rôle et la distribution des vaisseaux et des ganglions lymphatiques, d'abord à l'état normal, puis à l'état pathologique; il représente les réseaux lymphatiques de la jambe, du bras, de l'épaule et du cou; il mentionne ensuite les affections secondaires auxquelles les scrofuleux se trouvent particulièrement exposés, enfin les mesures à prendre préventivement contre tous ces maux. Si nous entrions dans la critique des idées et des faits, nous exprimerions le regret de ne point trouver ici la mention de la part qui revient à l'infection tuberculeuse. Sans doute quelques réserves de ce genre nous sembleraient de rigueur, si, au lieu d'indiquer l'esprit du livre, nous considérions en elles-mêmes les diverses questions qui y sont traitées et entreprenions de les discuter. Plusieurs demanderaient, à ce point de vue, certaines retouches, une mise au point plus conforme à l'état présent de la science. Mais, l'ouvrage étant élémentaire, ce qu'il importe ici, c'est moins d'en examiner analytiquement les matières que d'en souligner le procédé éducatif. Sous ce rapport, le petit livre de M. Galtier-Boissière doit être cité avec éloge : les maîtres de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire le liront avec d'autant plus de profit que, — il faut bien le dire, — plus d'un parmi eux, nous donne, sous le titre d'ouvrages élémentaires, des publications si touffues qu'elles en deviennent illisibles [1].

L. O.

[1] Il est juste de dire que les programmes officiels sont fréquemment responsables du défaut auquel nous faisons allusion. Depuis quelques années, surtout en Zoologie et en Botanique, nous avons assisté à une éclosion de traités dits élémentaires et, malgré cette qualification, tellement *encombrés* qu'ils en sont inintelligibles. En fait, ces ouvrages demeurent inaccessibles à ceux mêmes auxquels ils sont destinés, et n'ont d'autre résultat que de susciter le dégoût de la science.

5° Sciences diverses.

De Castries (Comte Henry). — **L'Islam. Impressions et Etudes.** — *1 vol. in-18 de 360 pages.* (*Prix : 4 fr.*) *A. Colin, éditeur, 5, rue de Mézières, Paris,* 1896.

Au moment où le fanatisme musulman met une fois de plus à l'épreuve la patience des nations chrétiennes, il est particulièrement intéressant de consulter les jugements autorisés que porte sur l'Islam le comte Henry de Castries. Longtemps détaché au service des affaires indigènes d'Algérie, l'auteur des « Gnomes de Sidi Abd-er-Rahman [1] » et de « l'Islam » s'est fait une place dans les fastes de l'armée d'Afrique, au combat du Chott Tigri. Les travaux dont il entreprend maintenant la publication le classent au premier rang de ceux qu'attire l'étude de l'Islam et de ses peuples. A une grande expérience pratique des musulmans d'Algérie et du Maroc, M. de Castries joint, en effet, toute la science d'un arabisant professionnel et une rare érudition littéraire. — Les « Gnomes de Sidi Abd-er-Rahman » font connaître l'œuvre, et par elle l'âme d'un de ces Diogènes musulmans, derviches en haillons, qui s'en vont par les villes et les douars, payant de leurs épigrammes l'hospitalité donnée à l'hôte de Dieu :

> Celui qui tient à parler selon la justice
> Doit mettre un bâton à sa ceinture.

Dans ces sentences, on sent s'agiter toute la vie religieuse, intellectuelle et sociale d'un monde étranger au nôtre, vivant sur son propre fond.

Les « Impressions et Etudes » ne sont pas seulement un exposé des conclusions auxquelles conduit l'analyse du mouvement islamique. En évoquant par de nombreuses citations les souvenirs du temps des Croisades, tels que les ont conservés les poèmes contemporains, l' « Islam » présente un tableau saisissant de l'hostilité originelle du monde musulman et du monde chrétien. Ici, le géant sarrasin Corsaut exhorte Guillaume d'Orange, fils d'Aimeri, vicomte de Narbonne, à se convertir :

> Veir, dit li Turs, tu as moult fier penser.
> Se tu volois Mahomet aorer
> Et le tuen dieu guerpir et deffier
> Je te dorroie avoir et richetez.

Ailleurs, Godefroy de Bouillon conseille à un chef mahométan de renier sa foi. Et toujours les tentatives de conciliation aboutissent à de grands chocs d'armures et d'épées. N'est-ce pas là toute la philosophie des rapports entre l'Islam et le Christianisme aux temps anciens ? Irréconciliables, les deux religions, les deux civilisations se heurtent à chaque contact.

Mais, depuis, leur rivalité a emprunté une forme nouvelle à l'indifférence des peuples d'Europe, délivrés des menaces d'une conquête musulmane; à la souplesse du mahométisme, dont la doctrine, tolérante pour ses vaincus, facile aux aspirations des peuplades primitives, chemine et se propage en Afrique avec une vitalité féconde.

L'expansion coloniale y multiplie les points de contact des anciens adversaires sur un terrain nouveau. Le sentiment de cette situation doit s'inspirer des souvenirs d'antan. Tout en reconnaissant que l'Islam est un utile élément de civilisation, puisqu'il élève le niveau des races inférieures, les nations européennes, qui, comme la France, sont devenues des puissances musulmanes, doivent se rappeler quelles traditions, quels antagonismes religieux et sociaux séparent le musulman du chrétien. Il leur faut prendre pour base de toute action politique en pays mahométan, une connaissance largement tolérante, mais raisonnée, de ce qu'est l'Islam. Nul plus que M. de Castries n'était autorisé à rappeler ce principe fondamental. On doit lui savoir gré de l'avoir fait dans une forme littéraire qui élargit l'intérêt du sujet.

Alfred Le Chatelier.

[1] Les « Gnomes de Sidi Abder Rahman et Medjedoub ». Paris. E. Leroux, 28, rue Bonaparte.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Août 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Tisserand** donne des nouvelles de l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 9 août. M. Deslandres, au Japon, et Mlle Klumpke, en Norvège, ont eu un mauvais temps et n'ont obtenu que de maigres résultats. M. Backlund, en Nouvelle-Zemble, a fait de bonnes observations. — M. **P. Painlevé** énonce de nouveaux résultats relatifs aux transformations des équations de la Dynamique — M. **F. Siacci** démontre qu'une des propositions de la *Mécanique analytique* de Lagrange est fausse ; c'est sa réciproque qui est vraie : Si un système passe par une position où il pourrait rester en équilibre, dans cette position la force vive est maxima ou minima ; ou, plus exactement, la différentielle de la force vive est nulle. C'est la proposition qu'a voulu effectivement démontrer Lagrange. — M. **Paul Serret** étudie une double série récurrente de points toujours homocycliques et de cercles toujours en collinéation, attachés aux polygones d'ordre 3, 4, 5, ..., résultant de ν droites indépendantes, employées successivement dans un ordre donné. — M. **J. Joffroy** adresse une note relative à un théorème de Géométrie.

2° Sciences physiques. — M. **A. Righi** communique ses recherches sur le mécanisme de la propagation de l'électricité dans les gaz ; il a constaté expérimentalement qu'il y a convection suivant les lignes de force. Les rayons Röntgen se propagent de la même façon. — M. **Ch. Henry** recommande l'emploi d'écrans au sulfure de zinc phosphorescent ; après exposition aux rayons Röntgen, cet écran, transporté dans la chambre noire et soumis à l'action d'une source de chaleur obscure, reproduit l'image dans ses moindres détails pendant un temps assez long. Le même auteur a observé que des vers luisants impressionnent une plaque photographique au travers de feuilles de papier aiguille. — M. **N. Bignan**, après analyse de plusieurs échantillons de sulfure de magnésium préparé par voie humide, a observé qu'il était très difficile d'obtenir ce corps à l'état complètement anhydre. — M. **Clere** envoie un mémoire sur l'Electricité, le Monde solaire et la Terre.

3° Sciences naturelles. — MM. **G. Chauvet** et **E. Rivière** communiquent le résultat de leur exploration du gisement quaternaire de la Micoque (Dordogne). La faune contemporaine des hommes quaternaires de la Micoque est presque exclusivement représentée par une seule espèce animale : un Equidé de grande taille ; l'industrie est exclusivement représentée par des silex taillés du type chelléo-moustérien. — M. **F. Bouffé** envoie une note sur le psoriasis et ses rapports avec la syphilis.

Séance du 31 Août 1896.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Henri Resal**, membre de la Section de Mécanique, décédé le 22 août.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Jonquières** montre que les règles formulées par Gauss dans ses *Disquisitiones* (nos 147, 148, 149) donnent la marche à suivre pour écrire d'un seul coup les formes linéaires de tous les nombres premiers qui sont diviseurs de la formule $x^2 \pm A$, ou x^2 est un carré indéterminé et A un nombre quelconque donné. — M. **P. Serret** formule une classe de propositions analogues au théorème Miquel-Clifford et montre les propriétés qui en résultent pour les polygones de 5, 6, 7, 11, 12 côtés, circonscrits à l'hypocycloïde de module $1/3$. — M. **E. La Combe** adresse un mémoire relatif à la loi de Newton et à divers problèmes de Mécanique générale. — M. **Ch. Lallemand**, analysant les résultats des principaux nivellements de précision exécutés en Europe, y a reconnu, en outre des erreurs accidentelles, l'existence d'erreurs systématiques très légères (un à deux dixièmes de millimètre par kilomètre), dont l'influence, négligeable sur de petits parcours, dépasse, au contraire, de beaucoup celle des erreurs accidentelles pour les grandes lignes traversant les continents et reliant les différentes mers entre elles. L'auteur indique une méthode pour les évaluer.

2° Sciences physiques. — M. **E. Villari** a soumis un électroscope à l'action des rayons X en interposant sur leur passage un disque de plomb ou de laiton complètement opaque ; néanmoins l'électroscope se décharge avec une rapidité plus ou moins grande suivant la position qu'il occupe derrière le disque. L'auteur en conclut que les rayons X, ou leur efficacité, se replient derrière les corps opaques et que l'ombre de ces corps diminue du centre à la périphérie. — M. **R. Varet** a trouvé que les combinaisons formées par le chlorure mercureux en s'unissant aux autres chlorures métalliques ont, dans l'état dissous, des chaleurs de formation qui sont du même ordre de grandeur pour une série de sels doubles. La dialyse montre que ces combinaisons sont partiellement dissociées au sein de leurs solutions. L'auteur est conduit à envisager ces sels doubles comme des dérivés d'acides complexes $Hg^2Cl^6H^2$ et $HgCl^4H^2$. Les chlorures de cuivre, de cadmium, donnent des sels doubles complètement dissociés par la dialyse. — M. **G.-W. Pierces** adresse une note relative à la vitesse du son. — M. **E. Bourquelot** a reconnu que le ferment oxydant des Champignons agit aussi en solution alcoolique étendue d'eau ; l'alcool n'est pas oxydé, mais seulement le corps qui y est dissous. L'auteur a pu ainsi étudier l'action du ferment sur les corps insolubles dans l'eau ; les résultats précédents sont confirmés. — MM. **Bordas** et **Génin** ont vérifié, sur un grand nombre d'échantillons, que le point de congélation du lait est variable ; on ne peut donc se servir de la valeur de l'abaissement de ce point au-dessous de la moyenne (0°,56) pour déterminer le degré du mouillage, ainsi que différents auteurs l'avaient proposé.

3° Sciences naturelles. — M. **D. Clos** décrit les caractères extérieurs et les modes de répartition des petits tubercules ou tuberculoïdes des Légumineuses. — M. **C. Sauvageau** est parvenu à observer, chez l'*Ectocarpus siliculosus*, une fécondation intermédiaire entre l'isogamie vraie et l'hétérogamie ; mais elle se fait seulement sur quelques-unes des premières zoospores sorties avant le lever du jour et, par conséquent, dans des conditions qui rendent l'observation plus difficile que celles qu'a rencontrées M. Berthold, qui signala un fait analogue en 1881. — M. **E.-L. Bouvier** communique l'observation d'un câble télégraphique posé à Haïphong et ayant été mis hors d'état par des Termites, qui avaient creusé leurs galeries dans les enveloppes de coton et de jute ; il est probable que ces insectes avaient pénétré par un trou accidentel de l'enveloppe de plomb ou par l'extrémité du câble. Pour prévenir ces accidents il serait bon d'imprégner préalablement de sulfate de cuivre les enveloppes du câble. — M. **V. Thébault** montre que, chez les Oiseaux, c'est le ganglion syringien qui déter-

mine la sécrétion des glandes de l'intérieur de la trachée. — M. J.-M. **Krassilschtschik** est parvenu à isoler les microbes spécifiques des maladies de la flacherie et de la grasserie chez le vers à soie. Le microbe de la flacherie, qu'il a nommé *Streptococcus pastorianus*, a déjà été distingué, il y a plus de trente ans, par Pasteur sous le nom de *ferment en chapelets;* celui de la grasserie est un microcoque (*Micrococcus tardarius*). — M. **Reilly** adresse une note relative à la situation géographique des îles sous-marines.

Séance du 7 Septembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Maurice Lévy** lit une notice sur la vie et les travaux d'Henri Résal. — M. **Backlund** annonce que l'expédition envoyée en Nouvelle-Zemble pour observer l'éclipse totale de Soleil du 9 août dernier a pu obtenir douze bonnes photographies, dont quelques-unes montrent une étendue considérable de la couronne ; les recherches dans les environs du Soleil ont été toutefois difficiles à cause de la présence de légers nuages. — M. **P. Serret** montre qu'on peut employer le cercle fixe, dérivé d'un groupe quelconque de sept tangentes d'une conique, pour définir, a priori, le cercle dérivé de sept droites quelconques. — M. **L. Hartmann** rectifie certaines assertions contenues dans une précédente note de M. Charpy : 1° il n'a jamais indiqué que les métaux se comportent tous comme des corps homogènes ; 2° il a depuis longtemps mis en évidence qu'on peut manifester l'état physique d'un corps par un nouvel effort ; 3° ses expériences n'ont pas porté sur des métaux oxydés superficiellement, mais sur des métaux polis; la couche superficielle créée par le polissage n'a, en général, aucune influence sur la déformation. — M. **A. Karagiamidès** adresse une note relative à diverses questions de Mécanique céleste. — M. **Rozier** adresse une note relative à la direction des aérostats.

2° Sciences physiques. — M. **E. Villari** expose de nouvelles expériences en faveur de l'hypothèse que le phénomène de la décharge des corps électrisés est provoqué, non pas directement par les rayons X, mais par l'air activé par leur passage. Cet air contourne les corps opaques aux rayons X et en provoque la décharge en des points où ces rayons ne passent pas. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** arrive, par le calcul, à la formule qui donne l'intensité des rayons X émis par une surface en fonction de l'angle que les rayons font avec cette surface; il montre que l'intensité est à peu près indépendante de l'angle d'émission jusqu'au voisinage de l'émission rasante, si le coefficient d'absorption des rayons X par la substance est beaucoup plus petit que le coefficient d'absorption des rayons cathodiques qui leur donnent naissance ; or, il en est ainsi dans tous les cas étudiés jusqu'ici, et la loi mathématique concorde bien avec les observations expérimentales. — M. **Marcellin Langlois** adresse un mémoire sur la thermochimie des composés oxygénés du phosphore, de l'arsenic et du soufre.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Henry** expose ses expériences faites en vue d'arriver à la relation générale entre l'intensité de la sensation et la durée de l'excitation lumineuse. Ses recherches confirment la loi de Bloch, d'après laquelle les temps nécessaires à la sensation intégrale varient en raison inverse de l'intensité. — M. **Bouxteieff** adresse une note relative à la nervopsychose. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 25 Août 1896.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **G. Lagneau**, membre de la Section d'Hygiène et de Médecine légale. — M. **Javal** s'occupe de la question de la dépopulation de la France; il signale deux causes de cet état de choses : la constitution récente de lignes néo-malthusiennes et le mode actuel de répartition des impôts qui écrasent les familles nombreuses. — M. **Just Lucas-Championnière** établit le rôle important de la graisse dans un grand nombre de hernies ; en effet, la graisse qui s'accumule au-dessous de la surface péritonéale, occupe dans l'abdomen une place énorme et contribue à le remplir, par conséquent, à chasser les viscères qui l'occupent normalement et ne trouvent plus de place pour leur expansion. L'auteur donne quelques applications thérapeutiques des notions qu'il a exposées et indique comment il convient de préparer les sujets très gras avant une opération de cure de hernie. — M. **H. de Brun** (de Beyrouth) critique les arguments fournis récemment par le Dr Zambaco-Pacha, et qui tendent à faire de l'aïnhum des auteurs une modalité de la léprose mutilante ; il arrive à cette conclusion, que l'aïnhum doit, au contraire, être regardé, pour le moment, comme une entité morbide distincte.

Séance du 1er Septembre 1896.

Il est donné lecture du discours prononcé par M. **J. Bergeron** sur la tombe de M. Lagneau. — M. **E. Hervieux** signale l'épidémie variolique qui existe à Marseille depuis 1893, et la compare à celle de Paris, qui prit naissance à la même époque, mais qui fut arrêtée au bout d'un an et demi, grâce aux nombreuses revaccinations qui furent pratiquées. Les mesures analogues prises à Marseille ont été tardives ou insuffisantes, et il est nécessaire, pour empêcher le fléau de continuer, que la municipalité exige la revaccination en masse de la population.

Séance du 8 Septembre 1896.

M. **Ferrand** fait une communication sur l'œuvre médicale de Quesnay. — M. **E. Hervieux** entretient de nouveau l'Académie de l'épidémie variolique de Marseille. Il donne le chiffre des décès pour les mois de 1896 ; ce chiffre, considérable pour le premier trimestre, s'est beaucoup abaissé pendant le second, mais il est encore bien supérieur à ce qu'il devrait être. On ne peut donc pas dire qu'il n'y ait pas d'épidémie variolique à Marseille, et le ralentissement de la mortalité ne doit pas faire cesser l'exécution des mesures indispensables pour obtenir la cessation complète de l'épidémie. — M. **A. Riche** termine le compte rendu des séances de la Section IX du congrès de Chimie appliquée, en exposant la question de la toxicité des alcools.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Récentes communications.

M. **H. Abraham** *indique un mode de compensation des couples de torsion destiné à augmenter la sensibilité du galvanomètre à cadre mobile.* Un galvanomètre à cadre mobile ne donne toute la sensibilité que comportent l'intensité du champ magnétique et les dimensions de son cadre que lorsqu'on emploie un fil de torsion suffisamment fin. Comme on ne peut pas diminuer indéfiniment l'épaisseur du fil, on est conduit *à compenser le couple directeur dû à l'élasticité du fil.* A cet effet on porte le centre de gravité du cadre un peu en avant du fil de torsion, soit par construction, ce qui, assurément, est bien préférable, soit à l'aide d'une surcharge, quand on veut utiliser un instrument déjà construit. On penche ensuite le galvanomètre en arrière et l'on règle son inclinaison au moyen de vis calantes. On voit l'oscillation se ralentir jusqu'à devenir, par exemple, dix fois plus lente. La sensibilité du galvanomètre se trouve alors *centuplée* et atteint celle que peut donner un galvanomètre Thomson de même résistance. — M. **D. Hurmuzescu** *indique les résultats de sa nouvelle détermination du rapport* v *entre les unités électrostatiques et électromagnétiques.* Les méthodes le plus souvent employées pour déterminer cette constante ont été : celle des capacités et celle des forces électromotrices, comme étant les plus pré-

cises. Maxwell, bien avant les autres déterminations, avait employé une autre méthode très élégante, fondée sur la mesure des forces électromotrices, mais dont la disposition expérimentale est peu susceptible de précision. M. Hurmuzescu a repris cette méthode, mais en la modifiant de manière à la rendre au moins aussi précise que les autres méthodes. Elle consiste à prendre la différence de potentiel électrostatique, aux bouts d'une résistance bien connue R, par un électromètre absolu cylindrique; à ce couple on oppose directement un autre, dû à une répulsion électrodynamique. L'électrodynamomètre est formé d'une bobine longue unicouche et d'une bobine mobile disposée à 90° en son milieu. Les deux instruments forment un système solidaire porté par un fil de suspension très sensible. On observe la déviation dans une lunette à 3 mètres de distance; on agit sur la résistance pour avoir l'équilibre entre les deux couples. L'électromètre est double à chaque bout du levier L. Pour éliminer les dissymétries tant de l'électromètre que de l'électrodynamomètre, comme aussi le champ magnétique terrestre, déjà compensé pour une grande partie par un aimant permanent, après avoir obtenu l'équilibre dans un sens pour une résistance R, à l'aide d'un double commutateur-renverseur, on change le sens des deux couples à la fois et on obtient un nouvel équilibre pour une résistance R'. L'emploi de l'électromètre cylindrique (circulaire) rend les expériences particulièrement précises. On a un équilibre stable, un réglage sûr et exact, par le fait que la force passe par un minimum lorsque les deux cylindres sont exactement coaxiaux; on a obtenu cette coïncidence à moins de $0^{mm},2$; l'erreur correspondante, calculée d'après les formules de Blavier, est de l'ordre du dix-millième. Les mesures qu'on a effectuées pour avoir v sont : Pour l'électromètre : le rapport des diamètres des cylindres et le bras du levier L. Les deux mesures, on peut les avoir avec une grande précision pour les dimensions données aux appareils. Pour l'électrodynamomètre : n, et S'. Pour cette dernière mesure, l'auteur a employé une méthode nouvelle : ramener la comparaison de S' et d'une bobine-étalon unicouche de grand diamètre à une comparaison de deux résistances. Cette méthode donne largement le $\frac{1}{3.000}$. Mais, comme il y a une incertitude de $\frac{1}{2.000}$ sur la valeur de l'ohm, suivant qu'on adopte $\frac{106,25}{106}$ ohm légal ou $\frac{106,3}{106}$ ohm légal adopté, l'auteur a obtenu pour v le millième seulement. La mesure de R se faisait après chaque équilibre, directement par une boîte Elliott, disposée en pont et tenue à l'abri des variations de température. Cette boîte a été étalonnée en ohms légaux, et l'ohm mercuriel qui a servi à cet étalonnement a été comparé aux copies [3] et [49] du Bureau international des Poids et Mesures. La force électromotrice employée a varié de 1.500 à 2.500 volts; elle provenait d'une dynamo spéciale de haut voltage. La moyenne de six combinaisons deux à deux des moyennes des quatre séries, chacune à peu près de vingt déterminaisons ne différant pas du $\frac{1}{1500}$ entre diverses valeurs d'une même série, donne pour v une valeur comprise entre $3,0005.10^{10}$ et $3,0020.10^{10}$.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Communications récentes.

M. **Thomas** conclut de ses recherches sur l'action du peroxyde d'azote sur le chlorure d'antimoine fondu, qu'il ne se forme pas de combinaison. On se trouve en présence d'un simple phénomène de dissolution. L'auteur croit qu'en étudiant soigneusement la loi de dissolution du peroxyde d'azote dans un dissolvant soigneusement choisi, en opérant à différentes températures et sous différentes pressions, on pourrait démontrer que le peroxyde d'azote Az^2O^4 donne, à haute température ou sous faible pression, AzO^2. Actuellement, certains auteurs attribuent la variation de densité de ce gaz à la variation de ses constantes physiques au voisinage de son point de liquéfaction. — M. Darzens présente un travail de M. **Fourlinnie** sur la forme des atomes. — M. **Ponsot** établit dans quelles conditions il faut se placer pour trouver, sans erreur systématique, l'abaissement du point de congélation d'une solution. Il critique notamment la méthode dans laquelle on opère avec un rayonnement égal pour des solutions de concentration différente. L'erreur, dans ce cas, peut devenir considérable pour de petits abaissements de température : aussi, vaut-il mieux opérer dans un rayonnement nul. — M. Friedel présente une note de M. A. **Collet** sur l'action du chlorure de butyryle α bromé sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. — M. **Friedel** a examiné différentes substances qui lui ont été remises par M. Mélineau et proviennent des fouilles d'Abydos. Dans un échantillon de graisse les glycérides avaient disparus. Elle était formée essentiellement d'acide palmitique et d'un peu d'un acide bibasique. Un échantillon de bronze renfermait 15 °/₀ d'étain, un fragment d'électrum 35 °/₀ d'or, 1,5 °/₀ de cuivre, et le reste en argent. Un des vases formé de giobertite, veiné de carbonate de chaux, était particulièrement remarquable. — L'oxydation par le ferricyanure de potassium du dérivé cuprique de l'alcool propargylique a donné à M. **Lespieau** un glycol solide fondant à 111-112° de formule :

$$CH^2OH—C≡C—C≡C—CH^2OH.$$

— M. A. **Granger** a obtenu les sesquiphosphures de fer, de cobalt et de nickel, en chauffant dans la vapeur de phosphore les chlorures correspondants. — M. **Moureau**, en déméthylant l'eugénol par l'acide bromhydrique, a obtenu un liquide épais, distillant entre 175° et 180°, qui donne au bout de quelques jours des cristaux fondant à 53-55°. Ce corps paraît être une oxypropylpyrocatéchine $C^9H^{12}O^3$. — M. l'abbé **Hamonet** a repris l'étude de l'électrolyse des acides gras. Il a constaté que l'électrolyse d'un acide à n atomes de carbone donne très peu de carbure contenant $2n - 2$ carbones; au contraire, on obtient une grande quantité de carbure non saturé à $n - 1$ carbones. Il se fait aussi une quantité assez considérable d'alcool contenant $n - 1$ carbones. Les acides butyrique et isobutyrique donnent ainsi de l'alcool isopropylique. Les acides caproïque et valérianique donnent aussi une grande quantité d'hydrocarbure non saturé. L'alcool formé n'a pas encore été déterminé. — M. **Moissan** expose les dernières recherches qu'il a effectuées sur la reproduction artificielle du diamant. E. Charon.

SECTION DE NANCY

M. **Petit** s'occupe de l'action de l'acide carbonique sur les chlorures. Une solution de chlorure de calcium neutre, tenant en dissolution de l'acide carbonique et mise en contact avec du fer, attaque celui-ci; il se forme $FeCl^2$. $CaCO^3$, et il se dégage de l'hydrogène qu'on peut recueillir; la quantité de gaz est équivalente à celle du fer dissous. Cette action est plus énergique en présence de bicarbonate de chaux; elle se produit également, mais moins forte avec du chlorure de sodium et de l'acide carbonique. Cette réaction peut expliquer l'attaque des conduites et des réservoirs en fer par certaines eaux. — M. **Muller**, poursuivant l'étude des acides faibles, en particulier de l'acide borique (voir p. 756), a réussi à supprimer presque totalement l'hydrolyse du métaborate de soude par addition de quantités croissantes d'acide borique aux solutions de plus en plus diluées de ce sel; dans ces conditions, l'accroissement de conductibilité est régulier et permet de conclure à l'existence

d'un acide *monobasique* et d'un sel monosodique de formule simple $NaBO^2$ ou NaH^2BO^3. — M. **Minguin** fait connaître les résultats qu'il a obtenus dans la détermination des propriétés cristallographiques de quelques alcoylcamphres. Il trouve que ces corps sont tous orthorhombiques, même quand les alcamphres correspondants sont monocliniques. Les deux atomes d'hydrogène semblent se porter plus spécialement sur les dômes pour augmenter la symétrie. Il montre que, dans ces dérivés, se rencontre encore la même similitude cristalline qu'il a observée dans les alcamphres [1]. Cet angle voisin de 160° formant une dérivation g^3 a été observé aussi dans les dérivés bromés obtenus avec le benzalcamphre et le benzylcamphre sur lequel nous reviendrons plus tard. Cette même remarque a été faite aussi par Tépharovich [2] sur plusieurs dérivés du camphre. — M. **Klobb** a étudié l'action des alcalis sur les éthers diphénacylcyanacétiques en faisant varier la concentration, la température, et aussi la nature du dissolvant. Bouillis avec une solution aqueuse de potasse à 15 %, ils se dédoublent en acide carbonique, alcool, ammoniaque et acide diphénacylacétique suivant l'équation :

$$(C^6H^5-CO-CH^2)^2=C\begin{cases}CAz\\COOC^2H^5\end{cases}+3KOH+H^2O=$$

$$(C^6H^5-CO-CH^2)^2=CH-COOK+K^2CO^3+C^2H^6O+AzH^3.$$

L'acide diphénacylcyanacétique :

$$(C^6H^5-CO-CH^2)^2=C\begin{cases}CH\\COOH\end{cases}$$

qui devrait se former d'abord ne peut pas s'obtenir par ce moyen, même si l'on se sert de solutions étendues et froides de potasse. L'eau de baryte, l'ammoniaque, la potasse alcoolique donnent aussi des réactions trop énergiques. On réussit, par contre, à l'isoler en dissolvant l'éther diphénacylcyanacétique dans l'acétone et ajoutant à froid la quantité théorique de potasse en dissolution dans l'alcool. L'acide diphénacylcyanacétique constitue des cristaux de saveur amère, remarquables par leurs réactions colorées. L'auteur a préparé les sels de sodium, d'ammonium et de baryum. Traité par un excès de potasse alcoolique, au contact de l'oxygène de l'air, l'acide diphénacylcyanacétique se convertit en une substance amorphe rouge cinabre que les alcalis dissolvent en bleu et, par un contact plus prolongé, en un corps azoté, cristallisé, fusible à 275°. L'analyse de ce corps rouge conduit à la formule $C^{18}H^{15}AzO^3$; sa formation peut s'exprimer par l'équation :

$$(C^6H^5-CO-CH^2)^2=C\begin{cases}CH\\COOC^2H^5\end{cases}+O+2KOH=$$

$$C^{18}H^{15}AzO^3+K^2CO^3+C^2H^6O.$$

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J. H. Gladstone, F. R. S. : **Relation entre la réfraction des éléments et leur équivalent chimique.** — Cette note est divisée en deux parties. La première est une revision et une extension du tableau des réfractions atomique et spécifique donné par l'auteur en 1870 et modifié en 1877. La seconde est l'exposé de la relation que l'auteur a trouvée entre les réfractions spécifiques et les équivalents chimiques des éléments. — 1re *Partie : Réfractions spécifique et atomique des éléments :* Le tableau I contient le poids atomique les réfractions spécifique et atomique des éléments, revisés d'après les plus récentes données. Pour les poids atomiques, l'auteur a adopté les nombres récemment publiés par la « Commission des Poids atomiques » de l'*American Chemical Society*. La valeur des réfractions spécifiques a été empruntée aux dernières publications de Landolt, Haagen, Brühl, Topsoe et Christiansen, Mascart, Becquerel, Kanonnikoff, Soret, Nasini, Ghira, Perrot, Tutton, Lord Rayleigh, Edwards, Hibbert, Gladstone et d'autres. La réfraction atomique est le produit des nombres des deux premières colonnes; elle est égale à $P\,\frac{\mu-1}{d}$.

Tableau I. — Poids atomiques et réfractions.

ÉLÉMENTS	POIDS atomiques $\overline{P}$	RÉFRACTIONS spécifiques $\frac{\mu-1}{d}$	RÉFRACTIONS atomiques $P\,\frac{\mu-1}{d}$
Hydrogène	1.008	1.488	1.5
Lithium	7.0	0.514	3.6
Beryllium	9.0	0.733	6.6
Bore	11.0	0.436 ou 0.317	4.8 ou 3.5
Carbone	12.0	0 383	4.6
Azote	14.03	0.343 etc.	4.8 etc.
Oxygène	16.0	0.203 ou 0.169	3.25 ou 2.7
Fluor	19.0	0.031	0.6?
Argon	19.94	0.159	3.17
Sodium	23.05	0.202	4.65
Magnésium	24.3	0.287	6.9
Aluminium	27.0	0.352	9.5
Silicium	28.4	0.250 ou 0.204	7.1 ou 5.8
Phosphore	31.0	0.594 etc.	18.4 etc.
Soufre	32.0	0.422 ou 0.500	13 5 ou 16.0 etc.
Chlore	35.45	0.282 ou 0.302	10.0 ou 10.7
Potassium	39.11	0.205	8.0
Calcium	40.0	0.252	10.1
Titane	48.0	0.522	25.0
Vanadium	51.4	0.481	24.7?
Chrome	52.1	0.296	15.4
Manganèse	55.0	0.208	11.5
Fer	56.0	0.209 ou 0.355	11.7 ou 19.9
Nickel	58.7	0.186	11.0
Cobalt	59.5	0.183	10.9
Cuivre	63.6	0.184	11.7
Zinc	65.3	0.151	9.9
Gallium	69.0	0.214	14.75
Arsenic	75.0	0.200	15.0
Selenium	79.0	0.339 etc.	26.8 etc.
Brome	79.95	0.190 ou 0.213	15.2 ou 17.0
Rubidium	85.5	0.133	11.4
Strontium	87.66	0.152	13.3
Yttrium	89.1	0.197	17.6
Zirconium	90.6	0.242	21.9
Rhodium	103.0	0.232	23.9?
Palladium	106.5	0.213	22.7
Argent	107.92	0.121	13.1
Cadmium	112.0	0.124	13.9
Indium	113.7	0.153	17.4
Etain	119.0	0.232 ou 0.161	27.5 ou 19.2
Antimoine	120.0	0.204 ou 0.200	24.5 ou 24.0
Iode	126.85	0.192 ou 0.214	24.4 ou 27.2
Cæsium	132.9	0.117	15.6
Baryum	137.43	0.117	16.1
Lanthane	138.2	0.143	19.8
Cerium	140.2	0.143	20.0?
Iridium	193.1	0.165	31.9?
Platine	195.0	0.172	33.5
Or	197.3	0.127	25.1
Mercure	200.0	0.107 ou 0.099	21.5 ou 19.8?
Thallium	204.0	0.106	21.6
Plomb	206.95	0.129 ou 0.119	26.7? ou 24.5
Bismuth	208.0	0.154	32.0?
Thorium	232.6	0.123	28.7

Quelques éléments ont deux réfractions spécifiques : ce sont ceux qui se combinent dans de multiples proportions. D'autres éléments ont aussi des réfractions spécifiques différentes suivant leur mode de combinaison; la réfraction la plus fréquente est indiquée en chiffres, et l'existence des autres est signalée par un « etc. ». Pour cette raison et aussi à cause des erreurs

[1] *C. R.* t. 122, p. 1548.
[2] *Sitzb. Acad. de Vienne*, 1876, 73,

d'expérience dans la détermination des valeurs des deux premières colonnes, les nombres de la dernière colonne sont sujets à une certaine incertitude, qui peut aller jusqu'à 5 % de leur valeur. — 2e *Partie : Relation entre la réfraction spécifique et l'équivalent chimique (proportion combinatoire) des éléments :* L'auteur avait déjà montré que, si on arrange les éléments dans l'ordre de leurs réfractions spécifiques, ils sont justement dans l'ordre inverse de leurs équivalents chimiques; il avait même pu formuler cette loi approximative : que la réfraction spécifique d'un métal est inversement proportionnelle à la racine carrée de son équivalent chimique. Aujourd'hui, en possession de toutes les données que renferme le tableau I, l'auteur arrive à la loi suivante : Le produit de la réfraction spécifique par la racine carrée de l'équivalent chimique est une constante pour tous les métaux ayant la même valence. Le tableau II montre la vérification de cette loi pour les métaux monovalents :

Tableau II. — Métaux monovalents.

MÉTAL	RÉFRACTION spécifique	$\sqrt{\text{Équivalent chimique}}$	PRODUIT.
Lithium...	0.514	2.65	1.36
Sodium....	0.202	4.80	0.97
Potassium.	0.205	6.25	1.28
Rubidium.	0.133	9.24	1.23
Argent....	0.121	10.3	1.26
Cæsium....	0.117	11.5	1.35
Mercure...	0.107	14.1	1.51
Thallium..	0.106	14.3	1.51

On voit que le produit moyen pour les métaux monoatomiques (excepté le sodium) est de 1,30. Les deux derniers métaux, quoique étant monovalents dans les composés pour lesquels on a obtenu les valeurs indiquées, sont généralement considérés comme bivalent et trivalent; c'est pourquoi le produit est un peu plus élevé. On les retrouvera dans les tableaux suivants.

Tableau III. — Métaux bivalents.

MÉTAL	RÉFRACTION spécifique	$\sqrt{\text{Équivalent chimique}}$	PRODUIT.
Beryllium..	0.733	2.12	1.55
Magnesium	0.287	3.49	1.00
Calcium...	0.252	4.47	1.12
Zinc.....	0.151	5.71	0.87
Strontium.	0.152	6.62	1.00
Cadmium..	0.124	7.41	0.92
Baryum...	0.117	8.29	0.97
Mercure...	0.099	10.0	0.99?
Cuivre.....	0.184	5.64	1.04
Cobalt.....	0.183	5.45	1.00
Nickel.....	0.186	5.42	1.01
Manganese.	0.208	5.24	1.09
Fer.....	0.209	5.29	1.11
Plomb.....	0.119	10.17	1.21
Etain.....	0.232	7.71	1.78
Palladium..	0.213	7.30	1.55

Le tableau III montre qu'à l'exception du beryllium, les métaux bivalents donnent un produit sensiblement concordant, dont la valeur moyenne est 0,99. Les cinq derniers éléments, qui ont généralement une plus haute valence, donnent, comme pour les derniers métaux monovalents du tableau II, un produit plus élevé.

Tableau IV. — Métaux trivalents.

MÉTAL	RÉFRACTION spécifique	$\sqrt{\text{Équivalent chimique}}$	PRODUIT.
Aluminium	0.352	3.00	1.05
Gallium....	0.214	4.79	1.02
Yttrium...	0.197	5.45	1.07
Indium....	0.153	5.15	0.94
Lanthane..	0.143	6.79	0.97
Cerium....	0.143	6.83	0.98?
Or.....	0.127	8.11	1.03
Arsenic....	0.200	5.00	1.00
Antimoine.	0.204	6.32	1.29
Chrome....	0.296	3.74	1.25
Fer.....	0.355	4.32	1.53

Le tableau IV nous montre que les métaux trivalents et l'arsenic concordent presque rigoureusement et donnent une moyenne de 1,01 pratiquement identique avec celle des métaux bivalents. Les métaux trivalents qui ont généralement de plus hautes valences montrent, comme précédemment, un produit plus élevé.

Tableau V. — Métaux tétravalents.

MÉTAL	RÉFRACTION spécifique	$\sqrt{\text{Équivalent chimique}}$	PRODUIT.
Zirconium.	0.242	4.76	1.15
Etain.....	0.161	5.45	0.88
Plomb.....	0.129	7.19	1.02?
Thorium...	0.123	7.62	0.94
Iridium....	0.165	6.95	1.15?
Platine....	0.172	6.98	1.20

Le tableau V donne pour les métaux tétravalents une moyenne de 1,06, mais les produits ne sont pas aussi réguliers. Un seul métal pentavalent a été examiné, l'antimoine. Il a donné :

Réfraction spécifique	0,200
$\sqrt{\text{Équivalent chimique}}$	4,9
Produit	0,98

En résumé, les tableaux ci-dessus montrent que : 1° Les métaux qui ont la même valence ont la même ou à peu près la même constante de réfraction. 2° Les constantes des métaux bivalents, tétravalents et apparemment pentavalents sont à peu près identiques et égales, en moyenne, à 1,01. 3° Lorsqu'un métal se combine dans une proportion inférieure à sa valence ordinaire, sa constante est un peu élevée. — Toutes les valeurs données ont été calculées pour des composés dans lesquels le métal occupe la place d'un radical électro-négatif. Si les constantes ci-dessus avaient été calculées avec la racine carrée du poids atomique, au lieu de la racine de l'équivalent chimique, on aurait obtenu les moyennes suivantes :

Métaux monovalents	1.30
— bivalents	1.40
— trivalents	1.75
— tétravalents	2.12
— pentavalents	2.19

On voit que, pour les quatre derniers termes, les nombres croissent à peu près dans la proportion des racines carrées de 2, 3, 4 et 5. L'auteur propose de donner au produit de la réfraction spécifique par l'équivalent chimique le nom de « constante de réfraction des poids équivalents ». Il peut être représenté par la formule :

$$SE^{\frac{1}{2}} = \text{constante.}$$

C. T. Heycock, F. R. S. et **F. H. Neville : Courbes des points de fusion des alliages binaires d'argent et de cuivre avec d'autres métaux.** — Les alliages, pesant de 200 à 500 grammes, étaient fondus dans des creusets de plombagine, placés dans un four Fletcher. Un courant de gaz d'éclairage ou d'hydrogène passait à travers chaque creuset, et venait brûler à la surface du métal fondu, le préservant ainsi complètement de l'oxydation. Pour former les alliages, on ajoutait successivement des quantités pesées d'un métal à la quantité préalablement pesée et fondue de l'autre métal, et on prenait le point de fusion (ou de solidification) après chaque addition. La température était mesurée au moyen de pyromètres à résistance électrique, du type Callendar-Griffiths. En portant en abscisse la composition pour cent de l'alliage et en ordonnée le point de fusion correspondant, on obtient la courbe des points de fusion. Pour un alliage à deux métaux, elle consiste généralement en deux branches, partant chacune du point de fusion du métal pur, et s'abaissant jusqu'à ce qu'elles se rencontrent en un point, nommé point eutectique. C'est le cas de la courbe argent-cuivre. Si deux métaux A et B forment un composé stable C, la courbe se divise alors généralement en deux systèmes AC et CB, ayant chacun leur point eutectique et se réunissant au sommet intermédiaire C. C'est le cas de la courbe cuivre-antimoine. L'auteur donne les courbes complètes des alliages Ag-Cu, Ag-Pb, Ag-Sn, Pb-Cu, Sn-Cu, Ag-Sb. Il a aussi déterminé la courbe des points de fusion de solutions diluées de Bi, Au, Ni, Fe, Al, dans le cuivre, et de Bi, Pt, Au, Al et Tl dans l'argent. — La courbe argent-cuivre n'indique aucune combinaison des deux métaux, quoique le point eutectique corresponde précisément à un alliage de composition Ag^3Cu^2. — Pour les courbes argent-plomb et argent-étain qui ont une grande ressemblance, l'alliage eutectique contient si peu d'argent, que la courbe consiste presque uniquement dans la branche qui part de l'argent pur. Cette branche, d'abord régulière, subit tout à coup une dépression ; les auteurs y voient, non l'indice d'une combinaison chimique, mais plutôt le fait d'une aggrégation des atomes de plomb et d'étain en molécules plus grandes, phénomène qui, dans le cas de l'alliage argent-plomb, peut aller jusqu'à la séparation de l'alliage en deux liquides conjugués, lorsque les deux métaux sont à peu près dans la proportion de leurs poids atomiques. L'alliage plomb-cuivre montre un excellent exemple d'un phénomène prévu par Ostwald, mais pas encore réalisé expérimentalement : la solidification d'un système consistant en deux liquides conjugués, une solution saturée de plomb dans le cuivre et une solution saturée de cuivre dans le plomb. La branche de la courbe qui part du cuivre pur s'abaisse d'abord régulièrement, puis la courbure diminue et, pour une proportion de 17 à 65 atomes de plomb, le point de fusion reste constant à 954° ; la courbe s'abaisse ensuite jusqu'au point eutectique. L'examen des alliages solidifiés montre que la partie horizontale de la courbe correspond à des alliages qui se sont séparés en deux couches pendant qu'ils étaient encore liquides. — La courbe cuivre-étain présente de nombreuses singularités. Dès qu'on ajoute de l'étain, elle descend brusquement, ce qui indique, probablement, la formation de composés $SnCu^3$ ou $SnCu^4$. Un angle brusque, pour environ 15 atomes de plomb, et la nature de l'alliage solidifié, indiquent de grands changements dans les caractères physiques et microscopiques de l'alliage. La ligne remarquablement droite qui va de ce point jusqu'à 20 atomes d'étain, peut s'expliquer par la séparation d'un composé isomorphe $SnCu^4$. Puis la courbe devient horizontale jusqu'à 25 atomes d'étain ; il se sépare peut-être alors des liquides conjugués. — La courbe argent-antimoine montre un angle correspondant au composé Ag^3Sb ; le point eutectique, quoique près de la composition Ag^3Sb^2, n'y correspond pas. Les auteurs constatent que, dans trois cas, les dépressions angulaires et non les sommets des courbes, correspondent à des composés définis. Les observations sur les alliages d'aluminium ont été troublées par l'oxydation partielle de ce métal.

J. A. M'Clelland : Absorption des rayons Röntgen par différentes substances. — L'auteur emploie le dispositif expérimental suivant : la bobine d'induction et le tube à vide qui produit les rayons sont placés dans une boîte de bois, à garniture métallique, percée d'un trou que traversent les rayons pour tomber sur un disque métallique bien isolé et chargé, relié à un électromètre. L'effet des rayons est de décharger le disque, et l'intensité de la radiation est mesurée par le nombre de divisions dont se déplace, sur une échelle, un point lumineux réfléchi par un petit miroir solidaire de l'aiguille de l'électromètre. Si l'on interpose un corps quelconque sur le trajet des rayons devant le disque, le degré d'absorption des rayons parce corps sera indiqué par la diminution de la décharge du disque. On détermine d'abord la quantité dont se décharge le disque, lorsqu'une plaque de verre est interposée sur le passage des rayons. Puis on substitue à la plaque de verre des feuilles d'étain, en nombre n, produisant à peu près un effet égal, et on mesure exactement le degré de décharge. Puis on prend le rapport a des deux décharges. On prend ensuite un certain nombre de feuilles d'étain et la plaque de verre, et on mesure la décharge ; on substitue alors à la plaque de verre les n feuilles d'étain employées précédemment, et on mesure de nouveau la décharge, et on prend le rapport b des deux décharges. Si les rayons Röntgen sont tous de même nature, les rapports a et b doivent être égaux. Dans le cas étudié, ces rapports présentent quelque différence, et l'auteur l'explique en supposant que les rayons ne sont pas homogènes, les uns étant plus absorbés par le verre, les autres par les feuilles d'étain. Plusieurs substances ont été expérimentées à la place du verre, et le tableau indique les résultats obtenus. La colonne B donne le rapport des décharges mesurées, lorsque les rayons ont traversé d'abord le corps indiqué dans la colonne A, puis un nombre n de feuilles d'étain produisant à peu près le même effet. La colonne C indique le rapport des décharges mesurées, lorsque les rayons ont traversé d'abord quatre feuilles d'étain et la substance examinée, ensuite les mêmes quatre feuilles d'étain et les n feuilles d'étain produisant à peu près le même effet que la substance examinée.

A	B		DIFFÉRENCE
Tungstate de calcium	1,07	0,85	0,22
Platinocyanure de calcium	1,30	0,86	0,44
Platinocyanure de potassium	1,10	0,87	0,23
Fuchsine	1,15	0,77	0,38
Eosine	1,31	1,00	0,31
Esculine	1,33	0,90	0,43
Fluorescéine	1,32	1,08	0,24
Sulfure de baryum	1,30	0,97	0,33

D'autres substances (bois, paraffine, eau) absorbent aussi les rayons, mais moins fortement. Les résultats ci-dessus ont été obtenus avec un tube fonctionnant extrêmement bien ; la pression de l'air résiduel y était très faible. Un autre tube, où la pression de l'air était plus élevée, fut essayé ; dans aucun cas, les substances interposées n'absorbèrent une partie des rayons, ce qui conduit à admettre que les radiations de ce tube étaient homogènes. Un troisième tube, intermédiaire entre les deux autres, fut essayé ; dans ce cas, il y eut de nouveau absorption différente des rayons, mais pas d'une façon aussi marquée que pour le premier tube. Il semble donc que plus un tube est efficace dans la production de rayons, moins ceux-ci sont homogènes.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique.

La récente Conférence météorologique internationale de Paris. — Cette conférence, qui faisait suite à celle de Munich (1891), s'est réunie dans l'hôtel de la Société d'Encouragement, le 17 septembre dernier; ses travaux ont duré une semaine. Elle se composait des Directeurs des Instituts météorologiques de l'Étranger, du Directeur et des Chefs de service du Bureau Central Météorologique de France, des Directeurs des observatoires d'Alger et de Toulouse et de plusieurs savants français et étrangers admis avec voix consultative.

M. Mascart, nommé président par acclamation, sur la proposition de M. Scott, secrétaire du *Comité météorologique international*, a dirigé les travaux avec son autorité et sa maîtrise accoutumées.

Signalons parmi les membres les plus distingués de la Conférence : M. von Bezold, Directeur de l'Institut météorologique de Berlin, vice-président, dont la finesse, l'esprit de décision et la parfaite courtoisie ont été fort remarqués, et M. Neumayer, Directeur de la *Seewarte* de Hambourg, auquel son éloquence persuasive a valu un gros succès personnel.

Le programme des travaux était très chargé. Si, sur la cinquantaine de questions agitées, on laisse de côté quelques propositions d'importance secondaire, l'ensemble peut se répartir en quatre groupes :

1. — Simplification et transmission des dépêches météorologiques. — Les Instituts de Hambourg et d'Utrecht avaient proposé d'accélérer la transmission des télégrammes météorologiques par l'adoption en Europe d'un système de dépêches circulaires échangées à une heure donnée entre les Bureaux centraux. La proposition de ce système, qui fonctionne en Amérique, a été soumise au Congrès télégraphique international de Buda-Pesth, qui a répondu négativement, arguant de l'insuffisance du nombre des lignes télégraphiques existantes et des difficultés qui proviendraient de l'interruption des télégrammes sur des lignes d'un trafic très élevé.

Au point de vue des relations météorologiques internationales, l'avis du Congrès de Buda-Pesth cause une véritable gêne, car le système des circuits fonctionnant à une heure donnée est la meilleure de toutes les solutions. Dans ces conditions, la Conférence de Paris a exprimé le désir que les documents relatifs à chaque pays fussent réunis aux Bureaux centraux respectifs assez à temps pour que les échanges internationaux eussent lieu au plus tard avant dix heures du matin, temps de Greenwich. Elle a, en même temps, exprimé le regret que les dépêches de l'Espagne et du Portugal, très importantes dans certains cas, arrivent toujours trop tard pour être utilisées.

2. — Instruments et méthodes d'observation. — La Conférence a examiné trois questions importantes :

Définition des orages; leur notation. — Le Congrès de Vienne avait distingué par deux signes différents, les cas où l'on observe seulement des éclairs éloignés ou diffus et ceux où l'on observe à la fois les éclairs et le tonnerre. La Conférence de Paris a distingué un troisième cas : celui où l'on entend du tonnerre lointain sans voir d'éclair, cas qui sera désigné par le symbole T. Dans les résumés, le nombre de jours d'orage devra être, autant que possible, évalué simultanément pour chacun de ces trois cas.

Enregistrement des heures de soleil. — C'est une question difficile, l'enregistrement de l'insolation étant à peu près impossible en Norvège, par exemple, où le Soleil est presque toujours peu élevé au-dessus de l'horizon. Cependant, l'héliographe photographique du général Welitchko paraît recommandable dans ce cas, tandis que le dispositif simple réalisé à Alger par M. Thévenet convient plutôt aux faibles latitudes. Pour la climatologie générale, il est nécessaire que l'instrument soit dans une situation telle que l'horizon soit entièrement visible. La durée d'insolation doit être rapportée à la durée totale du jour astronomique, en tenant compte, pour chaque instrument, de la correction relative aux observations voisines de l'horizon. La Conférence s'est bornée à la question de la durée de la visibilité du soleil, laissant volontairement de côté les mesures d'intensité relative.

Adoption d'un anémomètre étalon. — La Conférence n'a pas cru pouvoir trancher une pareille question et adopter un appareil à l'exclusion des autres. La dis-

cussion a mis toutefois en évidence la commodité de l'anémomètre portatif de Recknagel, qui est bien construit, de très petite taille, et donne la vitesse du vent par la formule :

$$V = a + bA,$$

V étant la vitesse du vent, A celle des coupes, b une constante absolue, a une constante de frottement qui, à cause de l'oxydation de l'huile, est, en réalité, une fonction linéaire du temps.

Comparaison des différents abris thermométriques. — La Conférence a déclaré désirable que, dans une station au moins de chaque pays, on emploie, en même temps que l'abri ordinaire, d'autres dispositions telles que l'abri Stevenson et l'abri français, et au moins le thermomètre à aspiration Assmann (grand modèle) sous sa forme actuelle (Fuess, 1896). Les comparaisons seraient poursuivies pendant deux ans et, si l'on ne pouvait en publier les résultats *in extenso*, on donnerait, au moins pour chaque mois, les moyennes et les valeurs extrêmes.

3. — Magnétisme terrestre et électricité atmosphérique. — Le magnétisme terrestre a été l'objet de délibérations fort importantes. Après avoir longtemps admis la régularité de la distribution des éléments magnétiques à la surface de la Terre, on s'est aperçu que cette hypothèse était souvent infirmée par l'observation. Les différents physiciens ont commencé isolément l'étude magnétique de leurs pays respectifs, et aujourd'hui il est question d'une enquête internationale sur l'état magnétique du globe. Dans quelques années, l'Europe sera très bien connue au point de vue magnétique : malheureusement, de très grosses lacunes subsisteront ailleurs, qui seront difficilement comblées par des expéditions magnétiques ou les observations des officiers de marine. Pour aboutir, il est absolument nécessaire que les observations soient faites et réduites d'une manière uniforme, et que les notations employées soient les mêmes. A ce sujet, MM. von Bezold et Eschenhagen ont fait une série de propositions qui ont été généralement adoptées, mais dont le détail m'entraînerait trop loin. Je me contenterai de dire qu'elles ne font que consacrer les errements suivis depuis de longues années à l'Observatoire du Parc Saint-Maur par M. Moureaux,

En particulier, la Conférence a exprimé le désir que la publication des cartes magnétiques soit accompagnée de *Tables additionnelles* contenant les éléments, déduits des observations et du calcul, qui ont servi à la construction des cartes. Les éléments représentés par celles-ci seront toujours les éléments ramenés au premier janvier d'une certaine année.

En ce qui concerne l'enregistrement de l'électricité atmosphérique, à peu près tout ce que l'on sait de nouveau sur la question est dû à M. Chauveau, dont l'installation au sommet de la tour Eiffel fonctionne parfaitement malgré les potentiels très élevés (plusieurs milliers de volts) qu'il faut mesurer.

4. — Etude des nuages et annexes nouvelles de la Météorologie. — La météorologie s'est beaucoup étendue dans ces dernières années. Il est possible maintenant de mesurer avec précision la hauteur et les mouvements des nuages par la photographie. A cet effet, aux extrémités d'une base de longueur connue (1, 2 ou 3 kilomètres), deux observateurs en communication par le téléphone braquent au même instant leurs théodolites sur un point, facile à reconnaître, d'un même nuage, mesurent sa hauteur au-dessus de l'horizon et l'angle de sa direction avec la base. On en tire aisément la hauteur du point considéré au-dessus de l'horizon. La même opération répétée au bout d'un nombre de secondes convenu permet de déterminer en valeur absolue la vitesse du point dans l'espace. En outre, on photographie le nuage dans les deux positions et on mesure les clichés pour en déduire les dimensions absolues du nuage.

Grâce aux efforts persévérants de M. Hildebrandson, d'Upsal, des observations suivies sont faites actuellement soit comme précédemment, soit avec un instrument plus simple appelé *néphoscope*, dans la plupart des observatoires de l'Europe. En France, elles sont centralisées à l'Observatoire de Trappes, qui est la propriété de M. Léon Teisserenc de Bort.

Une nouvelle branche de la Météorologie est en train de prendre naissance sous le vocable de *Météorologie maritime;* un projet détaillé de recherches dans cette direction, destiné à être appliqué à l'*Institut Central Météorologique d'Helsingfors* a été présenté par M. Biese à la Conférence de Paris, qui l'a accueilli avec le plus grand intérêt.

On peut considérer comme une branche de la Météorologie maritime l'étude entreprise par M. Paulsen (de Copenhague) sur la répartition des glaces flottantes dans l'océan Atlantique, au nord du 60e parallèle. Cette répartition a été, pour 1895, donnée sous forme de cartes mensuelles.

Il n'est pas jusqu'à l'Aéronautique qui ne se soit présentée comme un auxiliaire de la Météorologie. Sur l'initiative de M. von Bezold, la Conférence a accueilli avec faveur un projet d'ascensions par ballons montés ou ballons-sondes, ces ascensions ayant lieu simultanément en divers points de l'Europe, dans le but de faire, avec des appareils enregistreurs aussi identiques que possible, des observations météorologiques dans l'atmosphère.

Les extensions récentes de la science météorologique, du Magnétisme terrestre et de l'Electricité atmosphérique, fourniront aux conférences météorologiques futures des programmes très variés sur des questions qui touchent de très près à la Physique; c'est dire qu'elles ne céderont en rien, sous le rapport de l'intérêt scientifique, à celles qui les auront précédées.

E. Mathias,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

§ 2. — Chimie.

Les Diamants de l'Acier. — Les belles recherches de M. Moissan, qui ont abouti à la production artificielle du diamant, sont encore dans tous les esprits. Grâce au refroidissement, — brusque et sous haute pression, — de fonte en fusion saturée de carbone, l'illustre chimiste obtint ce dernier corps cristallisé à l'état de diamant.

Or, les conditions mêmes de cette synthèse sont depuis longtemps plus ou moins réalisées dans nos hauts fourneaux et nos fonderies, et particulièrement dans la fabrication de certains aciers dont les propriétés spéciales ne peuvent être obtenues que par le refroidissement sous une pression élevée du métal en fusion.

Il était donc naturel de penser que ces aciers, et d'ailleurs les produits mêmes du haut-fourneau, doivent renfermer des diamants microscopiques. C'est dans le but de vérifier cette hypothèse que, depuis longtemps, des expériences ont été entreprises au Laboratoire de Chimie inorganique de l'Université de Berne, sous la haute direction de M. le Professeur A. Rossel, dont on connaît la haute compétence en la matière : après avoir, en effet, l'un des premiers, répété les essais et confirmé les résultats de M. Moissan, — en butte dès l'abord à tant d'attaques et d'incrédulité, — il est à son tour passé maître dans les expériences difficiles de la Chimie des hautes températures.

Ses recherches sur les diamants de l'acier, dont les premiers résultats furent d'abord l'objet d'une note sommaire aux *Comptes Rendus* [1], viennent d'être exposées tout au long dans un mémoire dû à son principal collaborateur, M. Léon Franck, et paru dans le journal *Stahl und Eisen* [2]. En voici les principaux résultats :

[1] *C. R. de l'Académie des Sciences de Paris*, t. CXXIII, n° 2.
[2] *Stahl und Eisen*, 16er Jahrgang, n° 15.

Les échantillons d'acier examinés ont tous été traités de la manière suivante : Environ 300 grammes, pris dans un morceau compact, sont traités par l'acide nitrique ; le résidu insoluble, — composé de carbone (surtout à l'état de graphite), de combinaisons du silicium et autres analogues, — est lavé avec de l'eau jusqu'à disparition de la réaction des sels de fer, puis bouilli trois fois avec de l'acide nitrique fumant ; il se dissout en partie. Le reste, après avoir été lavé, est additionné plusieurs fois d'acide fluorhydrique, puis d'acide sulfurique fumant. Après ce traitement, le résidu a disparu en grande partie ; la solution est diluée jusqu'à la densité 1,8 ; un charbon léger surnage et peut être enlevé. Après cela, il ne reste plus de graphite ; le résidu lourd est lavé, séché, fondu avec du chlorate de potasse, lavé de nouveau, puis soumis encore une fois aux opérations décrites ci-dessus. Après le traitement à l'acide sulfurique bouillant, il ne subsiste plus qu'un résidu absolument inattaquable.

Le premier acier examiné portait la marque : Witten 1867. Le résidu qu'il donna, agité avec un liquide lourd, l'iodure de méthylène, tombait au fond du vase. Au microscope, on distinguait, avec un très fort grossissement, de petits octaèdres transparents, indifférents en lumière polarisée. Brûlés sur une feuille de platine, dans un courant d'oxygène, ces octaèdres disparaissaient presque sans laisser de cendres, et dégageaient de l'acide carbonique. Ils présentaient donc tous les caractères du diamant.

Environ 50 observations, faites sur les aciers les plus divers, ont donné presque toutes des résultats analogues. En général, les aciers non forgés et non laminés donnent des octaèdres distincts, tandis que les aciers travaillés ne fournissent que des débris de cristaux ; d'ailleurs, les cristaux entiers se brisent très facilement. En général, plus la température à laquelle l'acier a été fabriqué était élevée, plus il contient de diamants ; d'autre part, il est probable que la dureté de l'acier croît avec la quantité de diamant qu'il renferme.

Une des constatations les plus intéressantes de l'auteur est celle d'un *loup* qui fut retiré, pendant une réparation, du foyer du haut fourneau n° 3 de MM. Metz et Cie, à Esch-sur-l'Alzette (Luxembourg). Ce produit contenait tous les composés qui peuvent se former à la température élevée du haut fourneau, en particulier des phosphure, arséniure et siliciure de fer, du siliciure de manganèse, du carbure de silicium, beaucoup de graphite cristallisé, du carbure de titane et un cyanure de titane de formule $Ti^{10} C^2 Az^8$. Après traitement, ce loup laissa comme résidu une assez grande quantité de diamants, les plus gros qui aient été obtenus artificiellement jusqu'à présent. Le plus gros, qui mesure plus de $0^{m}5$ d'épaisseur, a reçu le nom d'*Etoile du Luxembourg*.

Il ouvrira probablement, dit M. L. Franck, la série des grands diamants artificiels, car, d'après la composition du produit qui l'a fourni, on est porté à croire que la fonte ordinaire n'est pas le meilleur dissolvant du carbone, et, une fois ce meilleur dissolvant connu, il est très vraisemblable qu'à l'aide d'une haute température et d'une forte pression, on arrivera à produire industriellement le diamant.

Mais les observations que nous venons d'analyser ont une autre importance. On sait que M. Moissan, se basant sur la nature des roches et minéraux qui accompagnent le diamant dans plusieurs de ses gisements (au Cap, en particulier) et sur le fait que certaines météorites, — fragments de corps célestes encore liquides qui se sont solidifiés en tombant sur notre terre, — contiennent du diamant, a été amené à formuler la théorie suivante de la genèse du diamant naturel : Les couches internes de la Terre, composées probablement de métaux à l'état fondu, tenant en dissolution du carbone, seraient venues au jour sous l'influence de poussées éruptives et se seraient solidifiées en laissant cristalliser leur carbone à l'état de diamant. Les beaux travaux de M. Rossel et de ses élèves apportent un nouvel argument à l'appui de cette brillante conception.

Louis Brunet.

Fig. 1. — *Taches de Black Rot sur une feuille de vigne* (grandeur naturelle). — Les taches sont distribuées sur le limbe et surtout sur les bords du limbe. Les auréoles de points noirs caractérisent les altérations dues au parasite.

§ 3. — Agronomie.

La lutte actuelle contre le Black Rot. — La vigne est sans cesse attaquée par de nouveaux ennemis. Après l'oïdium, le phylloxéra, le mildiou, l'anthracnose et le pourridié, voici le Black Rot qui étend ses ravages. C'est surtout dans le Sud-Ouest, et notamment dans les départements du Gers, du Lot-et-Garonne, du Tarn-et-Garonne et des Landes que cette maladie a causé le plus de pertes. Celles-ci ont été très considérables en 1895 ; elles seront probablement aussi importantes cette année même.

On sait que le Black Rot est une maladie provoquée

par le développement du mycélium d'un cryptogame parasite, le *Guignardia Ridweli*. Les filaments ténus qui constituent ce mycélium émettent des bourgeonnements, grandissent avec une extrême rapidité, pénètrent dans les cellules des tissus végétaux, les envahissent et les tuent. L'attaque des champignons parasites est révélée, tout d'abord, par l'apparition de taches couleur feuille morte (fig. 1) sur les feuilles de la vigne. L'altération du limbe a pour conséquence sa destruction partielle; mais la feuille conserve sa vitalité et remplit les fonctions ordinaires, contrairement à ce qui se passe lorsqu'il s'agit du mildiou.

En revanche, si les spores du parasite viennent à se développer sur la grappe, soit immédiatement après la floraison, soit ultérieurement, les filaments du mycélium envahissent rapidement les raisins. Une tache apparaît, grandit; le grain se ride, se dessèche (fig. 3), et, dans l'espace de deux ou trois jours, la récolte peut être compromise ou perdue. Qu'il s'agisse des feuilles ou des raisins, un détail caractéristique permet de reconnaître les altérations dues au Black Rot. On voit, en effet, apparaître sur les taches dont nous venons de parler, de petites pustules noires (fig. 1 et 2) ayant l'aspect de petits grains de poudre d'une ténuité extrême, bien qu'ils soient visibles à l'œil nu. Ces pustules sont des *conceptacles* renfermant les spores du parasite. Ces spores ont, d'ailleurs, des formes et des dimensions variables. Elles assurent par leur vitalité et leur facile dissémination le développement de la maladie et son extension rapide.

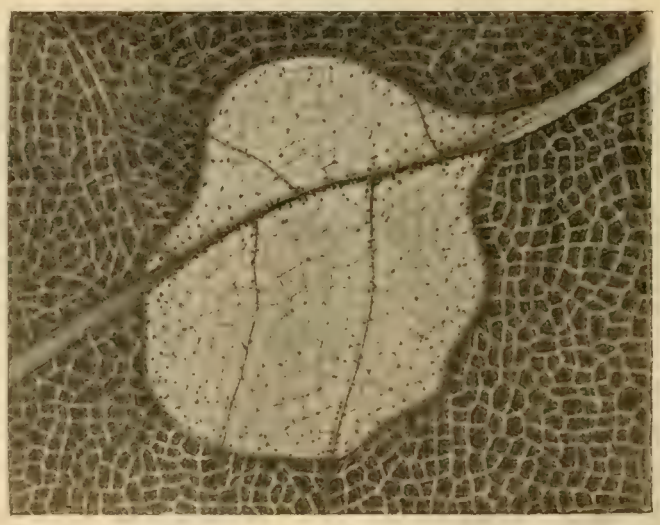


Fig. 2. — *Auréole d'une tache de Black Rot.* — L'auréole est grossie ici pour montrer ses rapports avec le limbe non encore altéré de la feuille, et le système des points noirs caractéristiques de la maladie.

Il en est de même pour d'autres catégories de spores et notamment pour celles dont on a constaté la présence sur les raisins et les grappes.

L'existence de ces germes, disséminés par millions dans les vignobles contaminés, constitue un danger permanent, et il est facile de comprendre l'intérêt que présente leur destruction. On ne saurait trop recommander, dans ce but, de ramasser avec soin les feuilles desséchées, les grappes et raisins attaqués, et de brûler ces débris en même temps que les sarments après la taille d'hiver.

Quels remèdes peut-on recommander pour *prévenir*, notamment, l'envahissement de la grappe et sa destruction?

Le traitement préventif qui paraît le meilleur, consiste dans une série de pulvérisations permettant de couvrir les feuilles et les rameaux, puis, ultérieurement, les grappes, d'une couche de *bouillie bordelaise*. Cette bouillie est constituée par un mélange de :

100 litres d'eau.
3 kilos de sulfate de cuivre.

On ajoute ensuite sous forme de *lait de chaux* une quantité de chaux suffisante pour *neutraliser* la dissolution. L'hydrate d'oxyde de cuivre, mis en liberté, est dissous dans l'eau qu'apportent les rosées et les pluies. C'est lui qui prévient ou arrête, fort probablement, le développement des spores du parasite, et assure l'immunité des grappes, lorsque les pulvérisations ont été faites en *temps opportun*. Il est, en effet, indispensable d'exécuter le traitement dès l'apparition des premières pousses, et de le répéter assez souvent pour que l'hydrate d'oxyde de cuivre mis en liberté paralyse ce développement, si rapide parfois, des spores du Black-Rot ou en détermine la mort avant qu'elles aient pu donner naissance au mycélium destructeur.

Lors du congrès récemment tenu à Agen, un viticulteur distingué de cette région, M. Dubuc, a signalé le succès obtenu par lui au moyen de quatre traitements successifs. Les trois premières pulvérisations ont été faites les 10 mai, 25 mai et 20 juin, avec une bouillie composée de la façon suivante :

Eau	100 litres.
Sulfate de cuivre	2 kilos.
Mélasse	1 kilo.
Chaux	2 kilos.

L'addition de la mélasse à la dissolution rend plus complète l'adhérence de la bouillie à la surface des organes.

Le quatrième traitement, donné le 1er juillet, a comporté la pulvérisation d'une bouillie, semblable à la précédente, mais dans laquelle on avait substitué [2 kilos de sulfate *de fer* et 1 kilo de sulfate de cuivre.

Les quantités pulvérisées par hectare ont été les suivantes :

	litres.
1er traitement	800
2e —	1.500
3e —	2.000
4e —	1.600
Total	5.900

Les 8/10 de la récolte ont été préservés.

Des pieds servant de témoins et non traités, ou traités seulement soit avec de la poussière de chaux, soit avec de l'eau pure en abondance, ont été envahis par le Black Rot, et tous les raisins ont été détruits. Cette expérience très nette paraît démontrer l'efficacité des sels de cuivre et de la bouillie bordelaise en particulier.

Malheureusement, quelques viticulteurs, qui avaient eu recours aux mêmes procédés, déclarent qu'ils n'ont pas réussi à préserver leurs vignobles. Cet insuccès peut, il est vrai, être attribué à un retard apporté aux traitements. Ceux-ci doivent précéder l'attaque si rapide et presque foudroyante de la maladie.

Un autre viticulteur, M. Couderc, qui a fait une étude spéciale des traitements contre le Black Rot, résume ainsi ses conclusions :

« 1° Le cuivre n'a pas son équivalent et son égal parmi les autres substances essayées comme préservatif du Black Rot.

« 2° Le Black Rot procède par poussées périodiques, très régulièrement espacées au printemps, et se confondant presque en une marche uniforme à l'automne. Leur période est de 26-27 jours; la durée des poussées, 6 jours environ. Elles sont précédées, à 6-7 jours d'intervalle, d'une période de même durée d'éclosion des spores, ou période dangereuse.

« 3° Pour que la préservation soit bonne, il faut que la période dangereuse coïncide avec la période d'action maxima de chaque bouillie.

« 4° On préserve de la poussée suivante avec une bouillie

à 2 kilos de sulfate de cuivre et 2 kilos de chaux (par hectolitre d'eau), en traitant très vite (6 jours), mais abondamment, et en commençant le traitement en pleine poussée précédente de Black Rot. Avec une bouillie de 3 % de sulfate de cuivre et 2,5 % de chaux, le traitement doit être commencé trois ou quatre jours plus tard, c'est-à-dire quand la poussée précédente est complètement arrêtée.

« 5° Il est dangereux de traiter avec des bouillies à grand excès de chaux dans l'intervalle des poussées, et plus on multiplie les traitements avec elles, plus on peut compromettre la préservation au lieu de l'assurer.

« 6° On peut, au contraire, traiter aussi souvent qu'on le voudra avec des bouillies *neutres* ou *acides*, et, avec elles, plus souvent on traite, plus la défense est parfaite.

« 7° Les bouillies alcalines sont favorables à la vigne, les bouillies acides sont nuisibles ; parmi ces dernières, les bouillies sucrées sont à recommander.

« 8° Les traitements doivent être très abondants et aussi parfaits que possible sur toute la surface des feuilles et des raisins.

Fig. 3. — *Grains de raisins à différents stades du développement du Black Rot.*

« 9° Je crois pouvoir, en attendant mieux, conseiller un traitement mixte : 1° dans les deux ou trois premiers traitements, les bouillies alcalines à 2 %, employées aux époques déterminées par les poussées; 2° pour les autres traitements, les bouillies neutres ou sucrées. On multiplie le plus possible ces derniers traitements, suivant les moyens dont on dispose.

« 10° Les bouillies alcalines à 2 % doivent être employées en pleine poussée pour prévenir la poussée suivante, qui viendra vingt-six jours après. »

Quelles que soient, en ce moment, les divergences d'opinion des viticulteurs, il nous semble que l'on peut dégager de leurs essais ces renseignements :

1° Les sels de cuivre sont efficaces.

2° Les traitements doivent être *préventifs* et faits dès l'apparition des premières pousses. Ils seront abondants.

3° Il est utile de détruire par le feu toutes les parties contaminées, de façon à ne pas multiplier les spores.

4° Les traitements doivent être continués durant plusieurs années consécutives, la continuité des pulvérisations ayant pour effet de diminuer précisément le nombre de ces spores.

D. Zolla,
Prof. à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.

§ 4. — Hygiène publique.

Les conséquences hygiéniques de la Monopolisation de l'alcool. — *Au moment où la question du monopole de la rectification de l'alcool se pose à nouveau devant les Chambres et est l'objet, dans les feuilles politiques, des appréciations les plus fantaisistes, c'est le devoir de la* Revue *d'appeler l'attention du public instruit et du Parlement sur les faits d'ordre scientifique qui doivent, pour une part, servir de base à la discussion.*

On répète partout que la monopolisation opérera, en Hygiène, une révolution : on présume qu'elle fera immédiatement cesser la vente, sous le nom d'eaux-de-vie, de boissons contenant des alcools supérieurs et des éthers, si nuisibles à la santé, et l'on s'imagine que la consommation actuelle de telles boissons résulte du régime en cours ; on croit que les eaux-de-vie nocives *sont celles que fabriquent les distillateurs d'alcools de grains et de betteraves. La note suivante, que nous avons demandée à notre distingué collaborateur M. X. Rocques, si notoirement compétent en la matière, fait justice de ces erreurs.* L. O.

La monopolisation de l'alcool par l'Etat compte de chauds partisans qui, envisageant cette réforme sous le double point de vue de l'hygiène et du fisc, la préconisent à la fois comme moyen d'atténuer les progrès de l'alcoolisme et comme une ressource nouvelle pour nos finances. Laissant de côté la partie fiscale de cette réforme, nous ne l'examinerons ici qu'au point de vue de l'hygiène.

Pour se rendre un compte exact des effets qu'aurait sur l'hygiène publique la monopolisation de l'alcool, il est utile de considérer l'état actuel de la fabrication. Il y a, en France, deux sortes de producteurs d'alcools :

1° Des *producteurs de profession*, qui sont soumis au contrôle sévère et permanent de la Régie. Ces fabricants sont au nombre d'environ 6.600 et produisent environ 2.400.000 hectolitres d'alcool. Ils se répartissent eux-mêmes en deux classes bien distinctes : les fabricants d'alcools dits *d'industrie*, mettant en œuvre les grains, mélasses et betteraves, qui sont les moins nombreux (600), mais dont la production est la plus considérable, et les bouilleurs *de profession* (distillant le vin, les fruits, etc.) qui sont assez nombreux (6.000) et produisent relativement peu.

2° Des *bouilleurs de cru*, propriétaires qui distillent, chez eux et pour leur consommation, les jus alcooliques résultant de la fermentation de leurs fruits. Bénéficiant de la loi du 11 décembre 1875, ils ne sont pas soumis au contrôle de la Régie, parce qu'ils sont censés ne pas vendre d'eau-de-vie. Ces bouilleurs de cru sont en nombre considérable : on les évalue à 800.000, et ils produisent une quantité d'alcool qu'on peut estimer à 600.000 hectolitres.

On peut donc évaluer la production totale de l'alcool à 3 millions d'hectolitres, dont un cinquième échappe à toute surveillance et à tout impôt. (Voyez le tableau de la page 802.)

Si, maintenant, on considère la nature des alcools préparés par ces trois groupes de producteurs, on constate les faits suivants :

La production de l'alcool d'industrie se divise en *bons goûts*, *moyens goûts* et *mauvais goûts*. La production des premiers est d'environ les trois quarts de la production totale. Les alcools d'industrie bon goût sont de l'alcool *sensiblement pur* [1]. Ces alcools s'emploient pour la préparation des eaux-de-vie de fantaisie (cognacs, kirschs, etc.) et des liqueurs. Ces alcools de fantaisie sont donc très peu chargés en impuretés et ils sont bien plus purs que les alcools dits *naturels* (c'est-à-dire résultant de la distillation du vin, du cidre, etc.). Il faut insister, d'ailleurs, sur ce fait que le fabricant d'alcool d'industrie et le fabricant d'eaux-de-vie et de liqueurs ont intérêt tous deux à produire et à employer de l'alcool neutre, bon goût et sensiblement pur : le premier, parce que, les alcools se vendant à la prime, il y a tout bénéfice à produire de bons alcools et il n'y a *aucun intérêt* à les mélanger d'alcools impurs; le second, parce que l'alcool neutre est facile à travailler; il suffit d'une faible addition d'eaux-de-vie naturelles ou de bouquets pour lui communiquer un goût agréable.

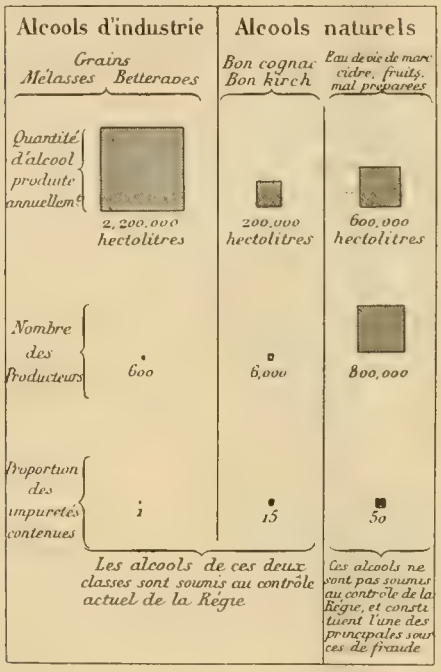
Les alcools *naturels* produits par les bouilleurs de profession sont, en général, bien préparés et ne contiennent qu'une quantité peu élevée d'impuretés. Remarquons que ces impuretés ne sauraient, dans la plupart des cas, être enlevées, même partiellement, sans porter atteinte au bouquet et, par conséquent, à la valeur intrinsèque de cette classe d'alcools. Le bouquet fait corps avec ces impuretés. En prescrire la rectification *absolue* serait une chose absurde. Ce fait explique pourquoi les alcools naturels sont moins purs que les eaux-de-vie d'industrie : les premiers ont un arome naturel agréable, qu'enlèverait la purification

[1] C'est-à-dire exempt d'impuretés, mais, bien entendu, unie, dans l'eau-de-vie, à une proportion variable d'eau.

de l'alcool ; les dernières, au contraire, ont, avant d'être purifiées, un arome désagréable, qu'il faut nécessairement enlever par la rectification.

Enfin, les alcools naturels produits par les bouilleurs de cru sont faits très souvent dans de mauvaises conditions avec des fruits avariés, avec des appareils imparfaits. Aussi, dans la plupart des cas, ces alcools sont-ils beaucoup plus chargés en impuretés que les alcools naturels produits par les bouilleurs de profession.

Dans le tableau ci-joint nous avons figuré d'une manière générale la quantité d'impuretés qu'on trouve dans ces trois classes d'alcools. En prenant la quantité d'impuretés que renferme l'alcool d'industrie bon goût égale à 1, nous représentons le coefficient d'impureté des alcools naturels bien préparés par 15 et celui des alcools naturels faits imparfaitement par 50. C'est là ce que démontrent à l'évidence les statistiques d'analyses.



Voyons maintenant quelle serait l'action du monopole et comment il pourrait s'exercer.

Il ne semble pas qu'on songe le moins du monde à s'en prendre à la troisième classe de producteurs, nous voulons dire aux bouilleurs de cru ; ceux-ci possèdent un privilège qu'on ne paraît pas vouloir atteindre, tout au moins par le monopole.

Il ne s'agit que des alcools produits actuellement par les distillateurs et bouilleurs *de profession*, ceux-là mêmes qui font partie de nos deux premières classes, et surtout des alcools d'industrie qui forment la plus grosse part de la production. C'est, d'ailleurs, ces alcools d'industrie qu'on vise plus spécialement et qu'on accable au nom de l'Hygiène.

L'Etat devenant fabricant d'alcool d'industrie fera-t-il mieux que les distillateurs actuels ? Fera-t-il de l'alcool plus pur? Evidemment non, car il n'y a pas lieu et il n'y a pas moyen de faire plus pur. La distillerie est une industrie considérable, dont le matériel est très perfectionné et très coûteux. L'Etat ne saurait — avec les procédés actuels de la science — faire mieux que ce que l'on fait actuellement. Il produira de l'alcool d'industrie presque pur, tel que celui qu'on fait maintenant.

Mais, dira-t-on, l'Etat ne vendra à la consommation que les 75 °/₀ d'alcool bon goût qu'il produira. Il éliminera les 18 ou 20 °/₀ d'alcool moyen goût. Nous avons dit que le distillateur actuel avait *intérêt* à faire de même et se conforme, en réalité, à cet intérêt. N'y aurait-il pas, d'ailleurs, intérêt, que rien ne serait plus simple que de le contraindre à le faire. Il y a, dans toutes les distilleries de France, une armée d'employés de la Régie qui y sont installés et qui en surveillent rigoureusement toutes les opérations. Il suffit de charger ce personnel du contrôle hygiénique, et l'on aura atteint le but que l'on se propose. Si donc le monopole s'établissait et s'il ne s'exerçait que sur les alcools d'industrie, il n'y aurait, en fait, rien de changé à la qualité des eaux-de-vie consommées.

En réalité, on a tout à fait déplacé la question. L'accroissement de l'alcoolisme est dû à deux causes : d'abord et surtout à la *quantité* de l'alcool consommé, qui est trop forte ; ensuite à la *qualité*, parfois défectueuse, de certains de ces alcools, en particulier, de ceux que produisent les *bouilleurs de cru*. Mais, le facteur de beaucoup prédominant dans l'alcoolisme, c'est la *quantité* : c'est parce qu'on boit trop d'alcool que l'alcoolisme progresse d'une manière effrayante [1].

Les mesures qui seraient les plus efficaces, au point de vue de l'Hygiène, sont donc celles qui abaisseraient la consommation : c'est probablement par l'augmentation des droits sur l'alcool, par la surveillance exercée contre la fraude, et surtout en atteignant la consommation et la vente au cabaret qu'on obtiendrait des résultats efficaces.

Pour améliorer la qualité de l'alcool consommé, il serait nécessaire de surveiller non seulement la production des distilleries exercées, mais aussi d'atteindre cette masse considérable d'alcool produite par les bouilleurs de cru, car c'est de là que vient l'alcool chargé d'impuretés et l'alcool de fraude.

En résumé, la monopolisation de l'alcool par l'Etat ne s'impose pas au nom de l'Hygiène [2]. Les mesures législatives qui seraient les plus efficaces à ce point de vue seraient celles qui auraient pour but de diminuer la consommation des eaux-de-vie et liqueurs et d'améliorer la qualité des alcools, surtout de ceux que préparent les bouilleurs de cru. Par suite, il nous semble que, dans cet ordre d'idées, ce sont sur les points suivants que les réformes auraient le plus de chances de donner un bon résultat :

1° *Suppression du privilège des bouilleurs de cru*, ce qui permettrait d'établir le contrôle d'une quantité importante d'alcools actuellement très impurs et qui sont une source constante et considérable de fraudes;

2° *Augmentation des droits sur l'alcool ; mesures propres à diminuer la consommation au cabaret* [3].

3° *Contrôle des alcools d'industrie livrés à la consommation*. Ce contrôle, qui pourrait être exercé par le personnel actuel de la Régie, aurait pour but de ne laisser passer dans la consommation que les alcools bon goût [4].

---

[1] Il faut tenir compte non seulement de la quantité de l'alcool consommé sous forme d'eau-de-vie, mais aussi, et dans une large mesure, de la quantité de vin, le plus souvent de mauvais vin consommé dans les cabarets.

(Note de la Direction.)

[2] A l'Académie de Médecine M. A. Riche a tout récemment (séance du 8 septembre) fait observer que « le jour où l'Administration prendra en main la rectification ou la vente de l'alcool, on ne tardera pas à se persuader que l'alcool est garanti par le Gouvernement, qu'on peut le boire sans crainte. » Il n'y a pas le plus léger doute à ce sujet, et c'est le devoir du législateur de tenir compte de cette opinion que, dans sa candeur, le bon public ne manquera pas d'adopter. (Note de la Direction.)

[3] Nous croyons aussi qu'un impôt sur l'*industrie du cabaret* se montrerait très efficace. Cet impôt diminuerait à la fois la consommation des eaux-de-vie et celle des vins plus ou moins frelatés, facteur qu'on aurait tort de négliger dans la question de l'alcoolisme.

(Note de la Direction.)

[4] Il y aurait, croyons-nous, grand intérêt à surveiller la composition des alcools employés à la fabrication des liqueurs à essences. A la faveur de la sensation très vive produite par ces liqueurs, la fraude y introduit souvent de

Dans la réforme des boissons la plupart des législateurs ont en vue de grever fortement l'alcool, par contre de dégrever les boissons dites « hygiéniques ». On peut se demander quelle est la valeur, au point de vue de l'hygiène, de cette classification en boissons hygiéniques et en boissons non hygiéniques.

A la vérité, une boisson réellement hygiénique ne doit pas renfermer d'alcool. L'abus d'une boisson alcoolique quelconque, que ce soit du cidre, de la bière, du vin ou de l'eau-de-vie, engendre l'alcoolisme, c'est une simple affaire de quantité.

Sans doute, à dose d'alcool égale, il vaut mieux absorber une boisson peu alcoolique que de l'eau-de-vie. Il est préférable de consommer deux litres de vin qu'un demi-litre d'eau-de-vie à 40°, qui tous deux renferment cependant 200 centimètres cubes d'alcool pur.

Si donc on veut atteindre l'alcoolisme, il faut frapper toutes les boissons alcooliques sans distinction, mais en donnant à l'impôt un caractère progressif : de cette manière tout l'alcool sera imposé, et cela d'autant plus qu'il sera offert au consommateur sous une forme plus concentrée et par conséquent plus nuisible.

Il ne nous semble pas qu'il serait impraticable d'établir un tel impôt, basé sur la connaissance du degré des boissons alcooliques. Tous les fabricants, les distillateurs, connaissent exactement le degré alcoolique des boissons qu'ils vendent; dans le commerce des vins, c'est aujourd'hui une coutume constante de déterminer et d'indiquer le degré alcoolique. Les boissons fermentées : vins, cidres, bières, seraient taxées à leur degré alcoolique. Pour les boissons distillées et à degré alcoolique élevé, la taxe, basée également sur la proportion d'alcool, serait simplement plus élevée.

Une telle réglementation serait réellement établie sur une base hygiénique rationnelle.

X. Rocques,
Ex Chimiste principal du Laboratoire Municipal de Paris.

§ 5. — Médecine.

Traitement du Cancer de l'utérus et de quelques affections gynécologiques par l'opothérapie. — Les succès de la médication thyroïdienne dans le goître et le myxœdème, de la médication ovarienne dans les troubles consécutifs à la castration chez la femme, ont fait naître, dans ces temps derniers, de nombreuses tentatives thérapeutiques, ayant pour caractère commun l'emploi d'organes empruntés à la série animale, dans le but de suppléer, chez l'homme, ceux dont la fonction était pervertie ou altérée, ou ceux dont il avait pu être privé par l'intervention du chirurgien. Cette méthode constitue ce que M. le Professeur Landouzy a appelé l'*opothérapie* (de οπος, suc, jus, humeur de tissu, tissu ; et θεραπεια, traitement).

Or, l'une des plus curieuses applications de l'opothérapie est celle que vient de faire à un certain nombre de malades de son service, M. Robert Bell, chirurgien en chef de l'Hôpital pour les maladies des femmes à Glasgow. L'originalité du procédé consiste à s'adresser non pas à l'organe de même type que celui qui est malade, mais à celui avec lequel il a une parenté physiologique et pathologique. Cela mérite quelques éclaircissements.

Les relations qui existent, chez la femme, entre la glande thyroïde et l'appareil génital, sont bien connues. La puberté, les premiers rapports sexuels ont sur le développement du cou, lisez du corps thyroïde, une influence qui, si l'on en croit Catulle, était déjà familière aux anciens.

De même, la grossesse, tantôt s'accompagne d'une hypertrophie du corps thyroïde, qui peut persister sous la forme de goître, tantôt favorise la régression d'une tumeur thyroïdienne préexistante. Le Professeur Charcot, ayant vu guérir des femmes atteintes de goître exophtalmique, à la suite d'une grossesse, ne manquait pas de la conseiller, à titre thérapeutique, dans la cure de cette pénible affection.

Mais cette parenté est affirmée d'une façon plus décisive par certains faits singuliers observés par MM. Bouilly, Tuffier, Guinard, Picqué, Bloch. Ces chirurgiens, ayant eu à opérer des malades atteintes de fibromes utérins ou de salpingo-ovarites, chez lesquelles coexistaient des goîtres dont quelques-uns avaient antérieurement résisté à tous les traitements, ont vu, à la suite de l'extirpation des organes pelviens, disparaître ou tout au moins considérablement diminuer les tumeurs thyroïdiennes.

Si, maintenant, nous étudions l'étiologie du cancer de l'utérus par exemple, nous trouvons, parmi les causes prédisposantes, toutes celles qui peuvent contribuer à altérer la vitalité de l'organe : telles les métrites répétées, avec ulcérations ou déchirures du col; telle l'absence d'activité génitale. Mais, si nous nous rappelons la parenté pathologique du corps thyroïde et de la matrice, nous pouvons admettre que la vitalité de celle-ci puisse être liée à l'intégrité de la fonction thyroïdienne. L'esprit est d'autant plus porté à établir ce rapport que les auteurs qui se sont occupés du myxœdème ont tous remarqué les métrorrhagies excessives dont il était si fréquemment accompagné.

C'est sur ces considérations et sur ces faits que M. Robert Bell s'est appuyé pour traiter le cancer de l'utérus par l'ingestion du corps thyroïde frais, en élixir ou en cachets, à la dose quotidienne de 35 centigrammes à 2 grammes. Bien entendu, le traitement local n'était pas négligé et consistait en un curettage très soigné de la muqueuse malade et en applications de pansements à l'ichtyol.

Les résultats ont été des plus favorables. Les malades dont la lésion était limitée au col, ont obtenu la *restitutio ad integrum*, et la guérison s'est maintenue jusqu'ici sans récidive : quelques-unes sont en observation depuis 18 mois. Quant aux malades dont le cancer avait dépassé les limites du col et n'était, par conséquent, pas justiciable d'une intervention radicale, quelques-unes ont guéri; quelques autres ont continué l'évolution de leur néoplasie et sont mortes.

L'application de la même idée théorique a conduit M. Robert Bell a traiter les fibromes utérins par l'extrait de glande mamaire, les ovarites par l'extrait de glande parotide. Il est inutile d'insister sur les relations de la matrice et de la mamelle; celles de l'ovaire et de la parotide sont de connaissance moins banale ; elles sont cependant indiscutables : l'ovarite accompagne fréquemment la parotidite, en particulier dans la fièvre ourlienne; la parotidite, de son côté, survient comme complication au cours d'une ovarite ou d'une oophoro-salpingite.

Là encore le succès a répondu aux prévisions. Les femmes atteintes de fibromes utérins ont vu, après quelques semaines de traitement, leurs métrorrhagies disparaître, leurs tumeurs subir une régression notable. Quant aux ovarites, hors le cas de collection tubaire, l'amélioration obtenue par l'usage interne de la glande parotide, était encore plus rapide : les phénomènes douloureux surtout s'atténuaient dès les premiers jours de la cure.

Il est à peine besoin de remarquer que ces résultats, définitivement acquis, ne tendraient à rien moins qu'à modifier de fond en comble le traitement des affections gynécologiques. Il serait donc à souhaiter que de nombreuses observations vinssent confirmer celles de M. Robert Bell : car, en thérapeutique, il faut toujours craindre la série heureuse...

Dr Gabriel Maurange.

---

l'alcool de rebut, riche en impuretés; dans ces liqueurs le mauvais goût de l'alcool se trouve masqué, alors qu'il le rendrait tout à fait impropre à la consommation sous forme d'eau-de-vie. Il serait très utile que le Parlement s'occupât de faire déterminer par un Comité de chimistes, de physiologistes et de médecins, la quantité d'impuretés (globalement dosées) que l'on peut admettre dans ces alcools.

(Note de la Direction.)

561.995

LES BACTÉRIES FOSSILES

ET LEUR ŒUVRE GÉOLOGIQUE

A chaque instant de leur existence les êtres vivants ont à lutter contre des ennemis invisibles qu'on nomme les Bactéries, lesquelles se multiplient à l'infini et se propagent, grâce à leur petitesse, avec une facilité merveilleuse.

Après la mort, Animaux et Végétaux sont envahis par des légions innombrables de ces microbes, et finissent par disparaître sans laisser de traces. Ce dernier travail, en apparence plus utile que le premier, fait, selon la remarque géniale de Pasteur, rentrer dans la circulation générale, sous forme de combinaisons plus simples, les éléments engagés momentanément, sous l'influence de la vie, dans les composés complexes qui constituent la substance des corps organisés.

L'air, le sol, les eaux, surtout quand elles sont stagnantes, renferment à profusion des micro-organismes; le nombre incalculable de ces petits êtres, leur parasitisme, leur résistance à la destruction, leur rôle dans l'économie générale du monde actuel, permettent de supposer qu'ils n'ont pas subitement apparu sur notre globe à une époque récente; tout porte à croire qu'ils dérivent d'ancêtres sinon antérieurs aux plantes et aux animaux les plus anciens, du moins contemporains des premières formes de la vie.

Cette hypothèse nous a paru s'imposer : elle nous a conduit à rechercher des Bactéries fossiles parmi les débris de plantes et d'animaux ensevelis dans les différentes couches sédimentaires de notre planète.

Nous nous sommes attaché à perfectionner la technique de la micrographie paléontologique en vue de déceler, parmi les débris des animaux et des plantes disparus, les agents supposés de leur destruction. Ces recherches, — bien qu'encore rudimentaires, — nous ont révélé la présence de Bactéries parfaitement reconnaissables depuis les couches dévoniennes jusqu'à la partie supérieure des terrains tertiaires. On distingue ces microbes avec facilité dans diverses préparations microscopiques de tissus fossiles, par exemple dans les lamelles obtenues en usant à la meule des tranches de tissus silicifiés, fixées, par une de leurs faces, sur des lames de verre. Les lamelles finissent ainsi par offrir deux surfaces planes parallèles extrêmement rapprochées; leur minceur atteint jusqu'à la deux centième partie d'un millimètre; elles sont alors très transparentes, et il devient possible de les étudier au microscope, même aux forts grossissements, de la même façon qu'on étudie les coupes des tissus vivants. Ce sont, en effet, au sens micrographique du mot, de véritables *coupes* de tissus fossiles.

Si l'on examine certains de ces tissus avec soin, on y distingue aisément : d'une part, des altérations semblables à celles que les microbes actuels font subir aux substances organisées dont ils provoquent la décomposition; d'autre part, diverses sortes de formes bactériennes absolument comparables à celles qui vivent aujourd'hui. A l'appui de cette assertion, nous ne pouvons mettre sous les yeux du lecteur les *faits* tels que le microscope permet de les constater; tout le monde sait, en effet, que, parmi les conditions de l'observation micrographique, se trouve en première ligne le mouvement incessant de l'objectif : c'est en pénétrant rapidement d'une face à l'autre de la préparation qu'on en prend une idée exacte. La photographie ne constitue que l'une des sensations élémentaires qui se fusionnent dans l'œil, au cours de l'observation microscopique, par suite du mouvement continûment imprimé par la main à la vis lente de l'instrument. Nous prions le lecteur de tenir compte de cette grande différence entre les conditions de la photographie et celles de l'observation oculaire, lorsqu'il se reportera à nos photogrammes des figures 3, 8, 10, 11, 12 et 13.

Indépendamment de ces photogrammes, nous avons essayé de reproduire par le dessin[1] (fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7 et 9) plusieurs aspects particuliers de nos préparations. En raison de l'échelle des grossissements, nous n'avons pu y représenter les Bactéries que d'une façon très imparfaite et en quelque sorte schématique. Ces dessins ont, d'ailleurs, pour but non de montrer les microbes fossiles, mais plutôt d'indiquer leurs relations de situation dans les tissus soit animaux soit végétaux. Malgré la réserve ci-dessus indiquée, ce sont donc uniquement les photographies, reproduites ici en photogravure (fig. 3, 8, 10, 11, 12 et 13), qui peuvent donner au lecteur quelque idée des formes bactériennes si nettement perceptibles à la vision directe.

A la vue de ces micro-organismes merveilleusement conservés depuis les temps primaires, on s'étonne que leurs téguments, si délicats, aient pu se prêter à la fossilisation. Remarquons, cepen-

[1] Ces dessins ont eux-mêmes été faits d'après des photographies.

dant, que le tégument s'est teint en brun plus ou moins foncé en se houillifiant ou en fixant de l'oxyde de fer ; c'est sans doute avec lenteur qu'il s'est incorporé, sur place, des matières minérales à la façon des éléments histologiques animaux ou végétaux dont la forme est demeurée invariable malgré le remplacement successif de toute leur substance organique par de la silice ou des sels purement minéraux.

Il est possible aussi que les téguments des Bactéries anciennes aient été plus épais, plus résistants que les minces, extra-minces membranes qui enveloppent le corps si délicat de nos Bactéries actuelles. On ne peut faire à ce sujet que des hypothèses. Mais ce qui est certain, ce qui ressort à l'évidence de l'observation positive, c'est, au sein des débris de la flore et de la faune disparues, la présence de plusieurs genres de Bactéries tout

Fig. 1. — *Partie osseuse d'une écaille envahie par les Bactéries* (Dessin). — *a*, cavité d'une cellule osseuse d'où partent de nombreux canalicules ; *b*, canalicules communiquant avec ceux des cellules voisines ; *c*, cellules situées au-dessous du premier plan. Çà et là s'aperçoivent des microcoques réunis en amas ou disséminés.

à fait comparables, quant à la forme, aux genres actuels.

Nous nous sommes appliqué à reconstituer, dans la mesure du possible, les phases successives du travail de destruction accompli par ces petits êtres, et nous avons essayé d'établir le rôle — tant biologique que géologique — qu'ils ont joué aux anciens âges.

Nos recherches sur ce sujet sont encore loin d'être terminées. Nous ne nous en dissimulons pas les lacunes. Si incomplets que soient les faits que nous avons pu recueillir, il nous paraît cependant utile d'indiquer à grands traits les aperçus qui s'en dégagent.

I. — Bactéries s'attaquant aux débris des animaux.

Les schistes permiens, houillers, etc... renferment un grand nombre de coprolithes provenant d'animaux carnassiers : Batraciens, Reptiles, Poissons. Dans ces coprolithes on rencontre fréquemment des fragments d'os, d'écailles, non digérés ; ces débris, ainsi que la masse des bols alimentaires qui les entourent, contiennent une foule de Bactéries ; nous ne parlerons que de celles qui sont renfermées dans les écailles.

Les écailles des poissons d'origine ancienne (Placoïdes, Ganoïdes) sont formées d'une portion osseuse, recouverte d'ivoire et d'émail. Ces différentes couches offraient, comme de nos jours, une résistance inégale à la destruction : la partie osseuse, plus facilement altérable, disparaissait la première, puis c'était le tour de l'ivoire ou de la dentine ; l'émail seul résistait à l'action microbienne.

La partie supérieure de la figure 1 montre quelques cellules de l'ivoire dirigées horizontalement ; à leur intérieur se voient divers microcoques.

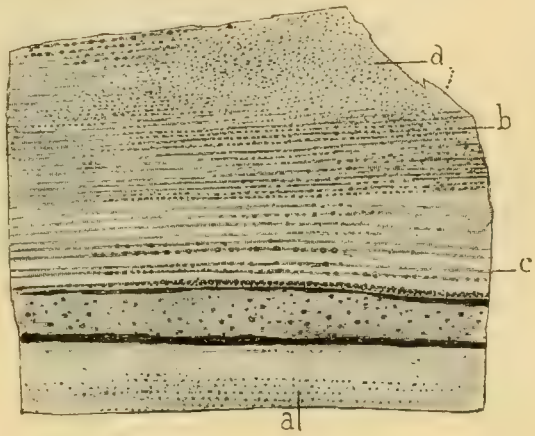


Fig. 2. — *Fragment de plaque éburnée, coupée parallèlement aux cellules de l'ivoire* (Dessin). — *a*, canalicules occupés par la variété *a* ; *b*, canalicules renfermant les variétés *b* et *g* ; *c*, canalicules envahis par la variété *c*.

Les cellules osseuses (*a* et *c*), au contraire, ne sont reconnaissables que par leurs cavités actuellement remplies de produits bruns dus au travail microbien ; beaucoup de *cocci* sont visibles à l'intérieur. Les couches concentriques calcaires ne sont plus distinctes, mais on aperçoit (fig. 1) les multiples canalicules *b*, simples ou ramifiés, qui mettaient en relation les cellules (*c*) entre elles tant à la surface qu'en profondeur. Les microcoques sont nombreux dans ces canalicules, qui, seuls, sont restés visibles : ils sont serrés les uns contre les autres, en chapelet, à l'intérieur des plus fines ramifications. Il est évident que l'invasion microbienne se faisait de proche en proche au moyen des canalicules des ostéoplastes. — A la partie inférieure de la figure toute trace d'organisation a disparu, et, au milieu d'une masse à peu près homogène, on distingue des milliers de microcoques de tailles variées.

Les figures 2 et 3 représentent une section longitudinale faite parallèlement aux canalicules des

cellules de l'ivoire. La surface de séparation des cellules est peu distincte ; les canalicules, au contraire, sont nets et rendus plus visibles par une quantité innombrable de microcoques qui en occupent toute l'étendue.

Sous le nom spécifique de *Micrococcus lepidophagus*, quatre variétés ont été réunies : ce sont les *M. lepidophagus*, *a*, *b*, *g*, *o* mesurant $0^{\mu},4$, $0^{\mu},8$, $1^{\mu},2$ et $3^{\mu},2$; toutes ces variétés sont sphériques, à contours bien limités, et colorées en brun ou en noir.

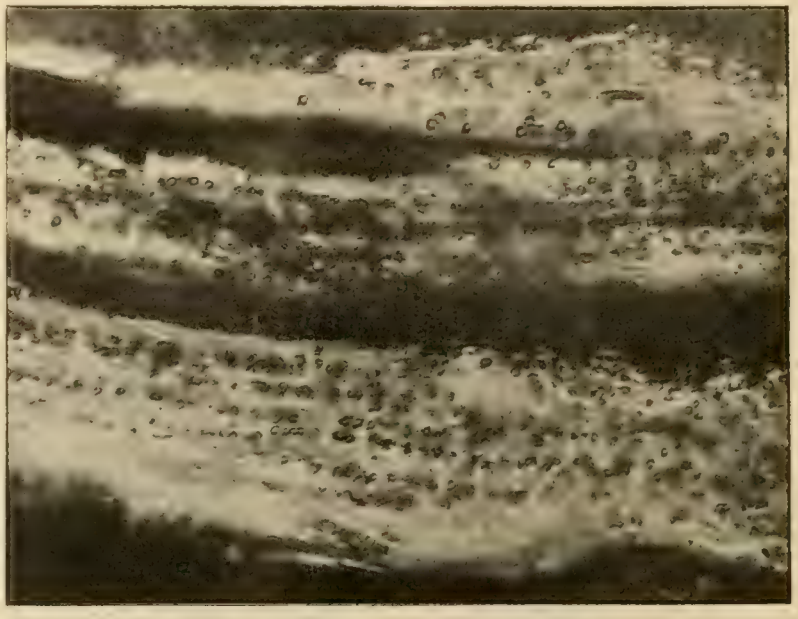


Fig. 3. — *Fragment de la préparation précédente* (fig. 2) *plus grossi pour y montrer les Bactéries* (Photographie).

Un certain nombre de canalicules sont vides, d'autres sont occupés par les plus petits microcoques, d'autres par un mélange de plusieurs variétés. La propagation des microcoques dans les plaques éburnées se faisait, soit par les canaux ayant contenu des vaisseaux sanguins, soit par les canalicules de l'ivoire ; dans ce dernier cas la variété *a* (fig. 2) seule pouvait y pénétrer ; aussi voit-on, à l'intérieur de beaucoup de cellules, des files linéaires formées uniquement de la variété *a*. Quand le travail de destruction était suffisamment avancé, les autres microcoques d'un diamètre plus grand pouvaient y pénétrer, et c'est ainsi qu'il est possible d'observer des files linéaires parallèles d'une même espèce de *Coccus* et dans les parties plus élargies un mélange de plusieurs espèces et variétés. Les figures 4 à 7 représentent des régions de plus en plus altérées, dans lesquelles on trouve non seulement les quatre variétés précédentes, mais encore un grand nombre de bacilles, en forme de bâtonnets cylindriques, arrondis aux extrémités, longs de $4^{\mu},2$ à $5^{\mu},2$; leur diamètre varie de $0^{\mu},7$ à 1^{μ}. On remarque, en outre, des bactéries longues de 4 μ et larges de 3 μ, qui paraissent être des microcoques de la variété *c* ayant pris une forme ellipsoïdale avant de se diviser.

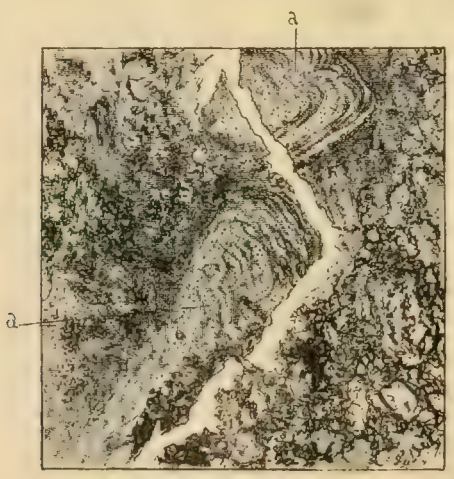


Fig. 4. — *Coupe passant par plusieurs écailles d'un coprolithe d'Igornay* (Dessin). — *a*, *a*, fragments d'écailles coupées sur leurs bords et montrant les sillons qui, à l'intérieur, en suivent les contours.

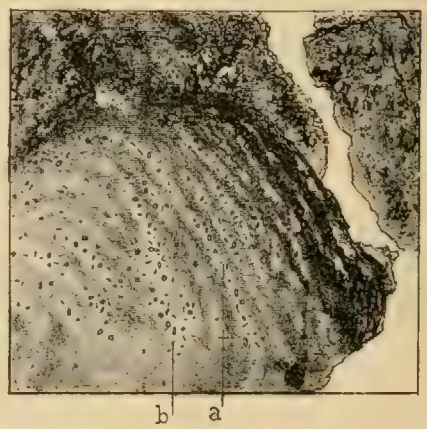


Fig. 5. — *Portion de la figure précédente* (fig. 4) *plus grossie* (Dessin). — *a*, *b*, sillons dans lesquels on voit des microcoques et des bacilles réunis côte à côte.

L'altération présentée par les plaques d'ivoire est très variable dans le même coprolithe ; tantôt on y distingue encore les cellules avec leurs canalicules ; tantôt toute organisation a disparu, la

masse plus ou moins homogène qui s'est formée (fig. 6) ne laisse voir que la place occupée par les vaisseaux sanguins *a*, *b*, fortement colorés en noir par la houillification du contenu. C'est dans la région désorganisée qu'en outre des bactéries citées précédemment, on rencontre un bacille recourbé en arc : le *B. Lepidophagus arcuatus*. Ce bacille mesure 4 μ entre ses deux extrémités; la flèche de courbure est de 2 μ et son diamètre atteint à peine 1μ,4. Quelquefois deux articles restent soudés, et, comme les courbures sont de sens contraires, ils simulent un bacille de longueur double recourbé en S (*e*, fig. 7) ou en spirille.

Miller a décrit, comme causant la carie des dents, cinq bactéries qu'il a désignées par les lettres grecques α, β, γ, δ, ε; or, les bactéries α, γ δ,

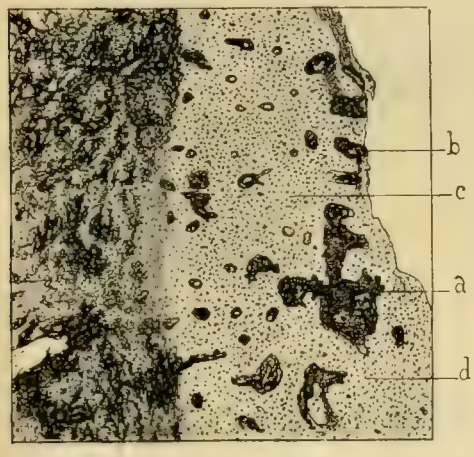


Fig. 6. — *Fragment de plaque osseuse envahi par des Bactéries* (Dessin). — *a*, cavités ayant contenu des vaisseaux sanguins se ramifiant en plusieurs ranches; *b*, un canal sanguin; *c*, *d*, régions désorganisées, remplies de bactéries.

sont des microcoques de taille variée comme ceux que nous avons signalés plus haut, et logés dans les canalicules des cellules de l'ivoire; la bactérie ε ressemble à de petits bacilles en virgule ou en arc. Lorsque deux d'entre eux restent soudés par leurs extrémités, ils donnent la figure d'un S; ils se disposent souvent en filaments spiralés dans lesquels on voit la limite des articles dont les filaments sont composés.

De leur côté, Galippe et Vignal ont rencontré dans la carie de la dentine cinq bacilles de tailles variées et un microcoque. Il serait facile de trouver parmi les espèces décrites par ces auteurs, des bactéries se rapprochant par la forme, la taille et les fonctions, de certaines bactéries fossiles; mais, comme il serait impossible d'établir expérimentalement l'identité d'espèces qui ont vécu à des époques aussi éloignées les unes des autres, nous nous bornerons à constater ce fait curieux : que la destruction des os, des plaques d'ivoire et des dents s'effectuait, aux temps primaires, par le travail de microcoques et de bacilles, dont la forme et les dimensions se rapprochent d'une façon très remarquable de celles des Bactéries qui, de nos jours, causent la carie des os et des dents.

II. — Bactéries s'attaquant a des débris de plantes.

Le nombre des espèces de Bactéries qui se sont attaquées aux restes végétaux tombés dans les marais ou les masses d'eau peu étendues de toutes les époques, est très grand; aussi nous bornerons-nous à n'en indiquer que quelques-unes.

L'espèce la plus répandue est le *Micrococcus Guignardi* (fig. 8). Elle se rencontre au milieu des débris les plus variés, — racines, tiges, feuilles,

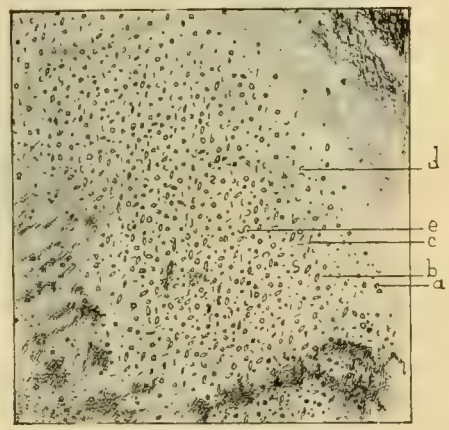


Fig. 7. — *Portion de la figure précédente plus grossie* (Dessin). — *a*, *Micrococcus lepidophagus* divers; *b*, microcoque en voie de division; *c*, *Bacillus lepidophagus*; *d*, *Bacillus lepidophagus arcuatus*; *e*, forme en spirille ou en S du même.

graines, etc., — conservés par la silice dans les gisements de Grand'Croix près Saint-Étienne, d'Autun (Saône-et-Loire), de Saint-Hilaire (Allier). Ce sont de petites sphères, libres ou soudées, dont le diamètre moyen est de 2μ,2, à contour très net et coloré en brun. Un certain nombre d'entre elles sont allongées en ellipsoïdes, dont le grand axe atteint 5 μ. On voit dans quelques-unes une cloison dirigée perpendiculairement au grand axe; d'autres sont soudées deux à deux, ou séparées, mais très voisines; ce sont là les phases successives du développement chez les *Micrococcus*. Quand on examine un tissu cellulaire envahi par le *M. Guignardi*, on voit de nombreux microcoques, la plupart isolés, adhérents aux parois des cellules; quelques-uns sont sous la forme de diplocoques; beaucoup paraissent comme incrustés dans l'épaisseur de la cloison cellulaire et entourés d'une mince auréole incolore; lorsque, par accident, il y en a qui ont quitté la place, ceux-ci ont laissé

un creux hémisphérique qui se détache en clair sur la paroi, marquant ainsi la place qu'ils occupaient sur la cloison. On peut conclure de ce qui précède qu'ils ont été saisis en plein travail par la silicification. En multipliant les sections, on acquiert la conviction que le *M. Guignardi* s'attaquait plus particulièrement à la cellulose plus ou moins pure qui constitue l'épaississement des parois cellulaires, et qu'il respectait la membrane primitive ou moyenne. Cette dernière membrane était dissoute par un autre microcoque, le *M. hymenophagus*, de couleur brune, mesurant seulement $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},7$ et souvent disposé par deux ou par trois, suivant une ligne droite.

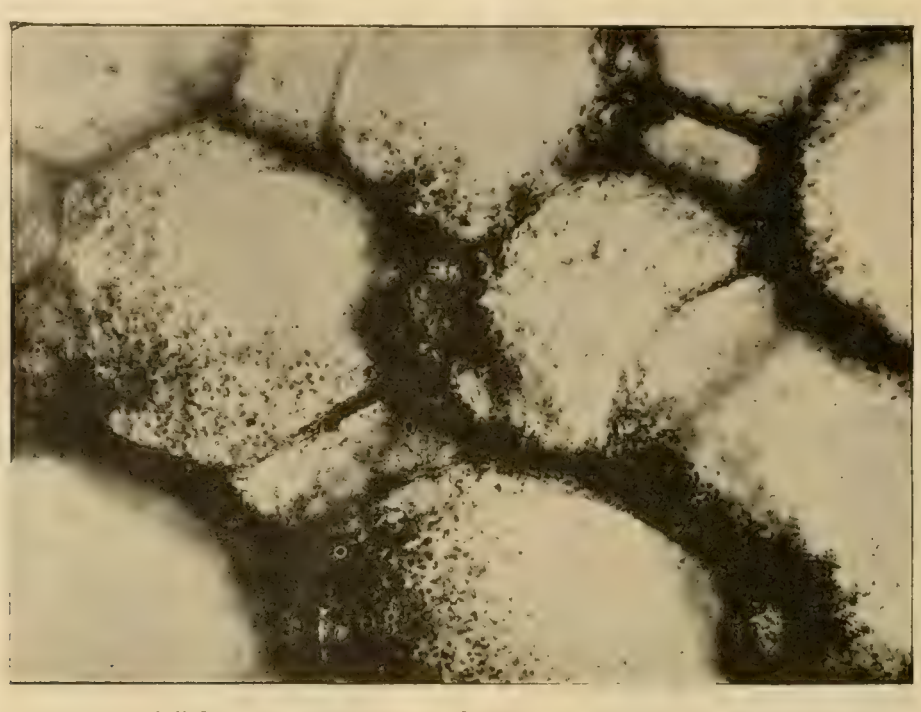


Fig. 8. — *Cellules végétales attaquées par le Micrococcus Guignardi* (Photographie).

De l'action, simultanée ou successive, de ces deux espèces résultent les aspects si variés offerts par les tissus qui ont subi une macération prolongée. Si le *M. hymenophagus* agit en premier lieu, les cellules végétales se décollent, se séparent, en emportant leur protoplasma ou leur contenu. Leur forme polyédrique, leur contour bien défini indiquent qu'il existe encore une enveloppe résistante autour du protoplasma; la membrane commune a seule été dissoute. Si le *M. Guignardi* agit, au contraire, le premier, on ne trouve plus, après son action prolongée, que la trame légère formée par les cloisons moyennes.

Les deux fonctionnant ensemble, la destruction devenait plus rapide; les contenus des cellules, protoplasma ou autres substances ayant l'aspect de masses irrégulières de formes et de contours, persistaient seuls pendant quelque temps; mais bientôt ils se détruisaient à leur tour, d'abord en perdant leur coloration, puis en se désagrégeant et fondant pour ainsi dire sous l'action bactérienne.

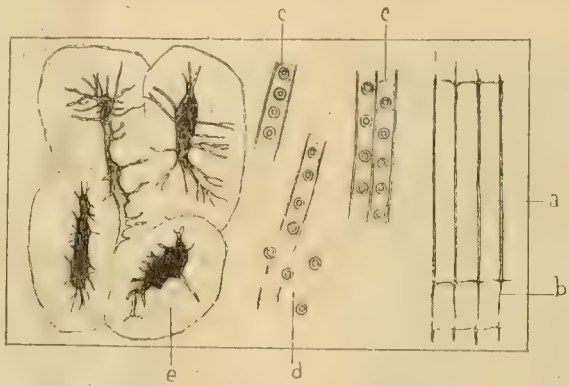


Fig. 9. — *Cellules et trachéides désorganisées par les Bactéries* (Dessin). — *a*, *b*, trachéides et rayons ligneux qui ont perdu leurs ornements; *c*, *c*, trachéides ayant conservé leurs ponctuations, mais disjointes les unes des autres; *d*, ponctuations ayant quitté les parois des trachéides sur lesquelles elles se trouvaient; *e*, cellules scléreuses ne montrant que la cavité centrale avec les canalicules qui en partent.

Nous avons eu souvent l'occasion de vérifier cette division du travail chez les Bactéries fossiles; nous citerons notamment à ce sujet un rameau de *Hapaloxylon* recueilli dans les gisements silicifiés d'Autun et qui offre (fig. 9) réunis plusieurs exemples de cette indépendance dans le choix des points où les Bactéries ont porté leur action.

Le rameau en question appartient à une Conifère

(Acicularіée); l'écorce et le liber sont assez bien conservés, mais la partie externe du cylindre ligneux montre les trachéides réduites à leurs membranes moyennes; toutes traces de ponctuations ont disparu sur les parois latérales des trachéides et des rayons cellulaires *ab* (fig. 9); le cylindre a conservé sa régularité et l'on croirait que le bois est simplement formé de parenchyme ligneux; cette apparence est due à ce que certains microcoques ont fait disparaître les couches d'épaississement, enlevant ainsi les ornements et ne laissant que les membranes moyennes. Du côté de la moelle, d'autres microcoques ont attaqué, au contraire, les membranes moyennes; les trachéides (c) se sont disjointes portant encore leurs ornements. Dans certains cas, un phénomène curieux s'est produit : les ponctuations aréolées, n'ayant plus de support, se sont séparées et sont devenues libres et flottantes (*d*).

Fig. 10. — *Bacillus ozodeus* (exemple de *culture* bacillaire *fossile*) (Photographie).

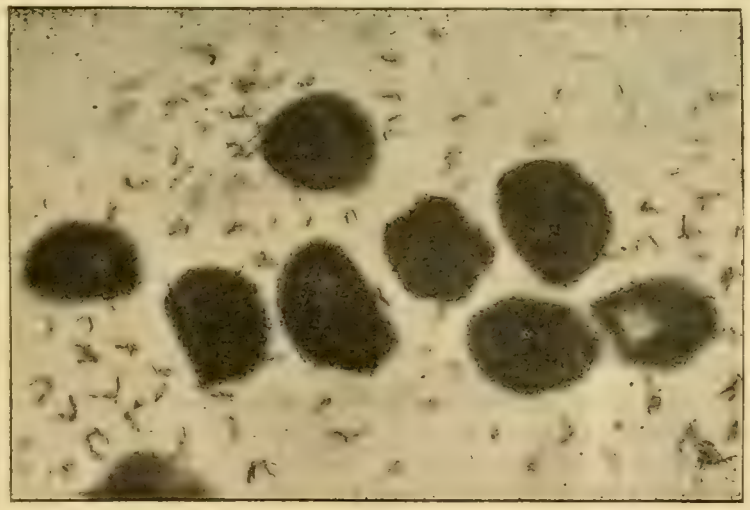


Fig. 11. — *Bacillus Gramma, au milieu de spores de Fougères* (Photographie).

Un certain nombre de cellules scléreuses de la moelle du même échantillon ont vu les couches d'épaississement disparaître complètement (*e*), et il ne reste plus de distincts que la cavité centrale et les canalicules qui en partent, grâce à une matière de couleur foncée qui les a remplis.

Les deux espèces de bacilles que nous allons décrire sont localisées à l'intérieur des sporanges de fougères du terrain houiller supérieur.

La première se rencontre dans les sporanges du *Pecopteris longitheca* de Rive-de-Gier, où elle forme souvent des cultures absolument pures; la figure 10 représente une portion d'une de ces cultures. Le *Bacillus ozodeus* qui la constitue affecte la forme de bâtonnets longs de 4 à 5 μ quand ils sont libres, rectilignes, rarement recourbés en arc. Leur enveloppe, à peine visible, mesure 0μ,2 en épaisseur; le protoplasma est de couleur foncée; il se divise promptement en masses distinctes, qui formeront des spores; on en compte quatre ou cinq ayant un diamètre de 0μ,5 à 0μ,6; la largeur du bacille est de 0μ,7 à 0μ,8; très fréquemment la spore terminale prend un développement plus considérable que les autres et peut atteindre 1 μ; le bacille possède alors un faux air du Bacille de Löffler (Bacille de la diphtérie).

Il n'est pas rare de voir dans un même Bacille plusieurs spores prendre plus d'accroissement; devenues libres, elles germent, et l'on rencontre des bâtonnets à divers stades de germination et encore adhérents à leur enveloppe. L'aspect noueux que les spores donnent aux bâtonnets a valu à ces derniers le nom spécifique de *ozodeus*.

La deuxième espèce : *Bacillus Gramma* (fig. 11 se rencontre à l'intérieur des sporanges du *Pecopteris densifolia* et du *P. oreopteridia* des gisements si-

licifiés d'Autun et de Grand'Croix. Les bâtonnets sont quelquefois isolés, mais le plus souvent ils restent groupés par deux ou par trois; les articles ne sont pas dans le prolongement les uns des autres, mais font entre eux des angles variables; un bâtonnet isolé mesure 4 à 4μ,5 de longueur, il peut être rectiligne ou recourbé en arc, ouvert ou presque fermé en cercle, sa largeur est de 0μ,5 à 0μ,7, sa membrane est extrêmement mince et contient une masse protoplasmique colorée en brun. Le protoplasma se divise, comme dans l'espèce précédente, en 4 ou 5 sphérules mesurant 0μ,5 qui deviennent autant de spores; parmi ces spores, les unes prennent un développement plus grand, atteignant 0μ,7, germent et donnent naissance à un bâtonnet qui se divisera lui-même en sporules. Si c'est une spore placée à l'extrémité du premier bâtonnet qui a germé, le filament qui en est issu est incliné plus ou moins sur lui en forme de V; ce dernier filament, après avoir produit quatre à cinq spores, peut, dans les mêmes conditions, émettre un jeune bâtonnet issu de la dernière spore; suivant la direction qu'il prendra, l'ensemble offrira la forme d'un Z ou d'un U. Comme deux ou plusieurs spores peuvent germer dans un même bâtonnet, on conçoit facilement que le nombre des formes graphiques différentes que l'on obtiendra ainsi, est presque illimité; cependant le nombre des articles qui restent soudés ensemble ne paraît pas dépasser quatre. Ce genre de germination rappelle celui que l'on observe chez quelques spirilles vivantes. Les spores de fougères envahies par le *Bacillus ozodeus* et le *B. Gramma* étaient assez rapidement détruites, et, à la place de chacune, on ne trouve plus qu'une zooglée formée par la réunion d'une certaine quantité de bacilles. Le limbe des pinnules portant les sporanges ne renferme dans son tissu aucune trace de ces bactéries.

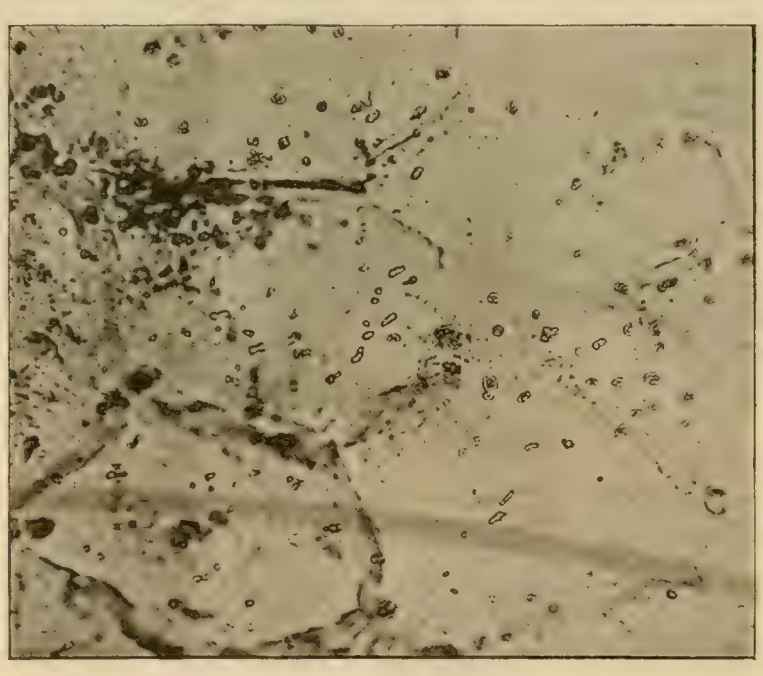


Fig. 12. — *Cuticule du Bothrodendron du Culm de Tovarkowo, sur laquelle on voit le Micrococcus Zeilleri* (Photographie).

III. — Destruction successive des divers tissus végétaux.

Grâce à la division du travail que les exemples cités prouvent suffisamment, il semble que les Bactéries auraient pu s'attaquer simultanément aux divers tissus : épaississement des cellules, membranes moyennes, liège, cuticules, etc. Cependant, dans la plupart des cas, ce sont les tissus mous de la zone génératrice du liber qui disparaissent les premiers; les rayons cellulaires ligneux, les trachéides, les fibres ligneuses, les vaisseaux viennent ensuite; les cellules qui résistent le plus sont les cellules de liège et les cuticules.

Les cuticules de *Bothrodendron* des mines de Tovarkowo (Gouvernement de Toula, en Russie) nous offrent un bel exemple de l'un des états avancés de destruction sous l'influence bactérienne. Ces cuticules forment une couche de combustible de plus de 20 centimètres d'épaisseur, s'étendant sur une surface de plusieurs kilomètres carrés, recouverte seulement par quelques dépôts sableux. On la désigne souvent sous le nom de *papierkohle*. Aucun débris de bois ou d'écorce n'accompagne ces cuticules; on ne remarque entre elles qu'une substance noire, qui est de l'acide ulmique. Examinées au microscope, les deux faces se montrent corrodées, rongées. Au fond des sillons ou des cavités on remarque de nombreux microcoques, dont les uns mesurent 0μ,5 à 0μ,7, les autres 1 μ à 1μ,3; tantôt ils sont isolés, tantôt ils sont disposés en ligne droite par deux et par trois, simulant un bâtonnet cloisonné. Les cuticules de Tovarkowo ne sont pas houillifiées : elles présentent, comme composition chimique, sensiblement la composition des cuticules de certaines plantes vivant actuellement (Agave, Lierre), et cependant elles ont résisté à une longue série de siècles, en conservant leur souplesse, la propriété de se distendre

dans l'eau, la glycérine aqueuse, l'alcool, etc. Nous ne supposons pas que les érosions qui existent à leur surface soient dues au travail de Bactéries vivantes, car celles-ci, ayant eu un temps immense pour accomplir ce travail, n'auraient rien laissé des cuticules. Nous admettons plutôt que ce sont les Bactéries de l'époque du Culm, ayant attaqué les *Bothrodendron* tombés ou entraînés dans les nombreux marais d'alors, qui ont déterminé la macération à la suite de laquelle tous les tissus, sauf les cuticules (fig. 12), ont disparu, et que même elles auraient eu raison de ces dernières si quelque cause n'était intervenue pour mettre un terme à leur action destructive.

On peut se demander si ce travail n'aurait pas été interrompu par l'arrivée subite, sur les terres basses et marécageuses où les troncs et les rameaux de *Bothrodendron* s'étaient accumulés et achevaient de se putréfier, d'eaux brunes chargées des principes ulmiques que l'on trouve maintenant desséchés entre les membranes végétales.

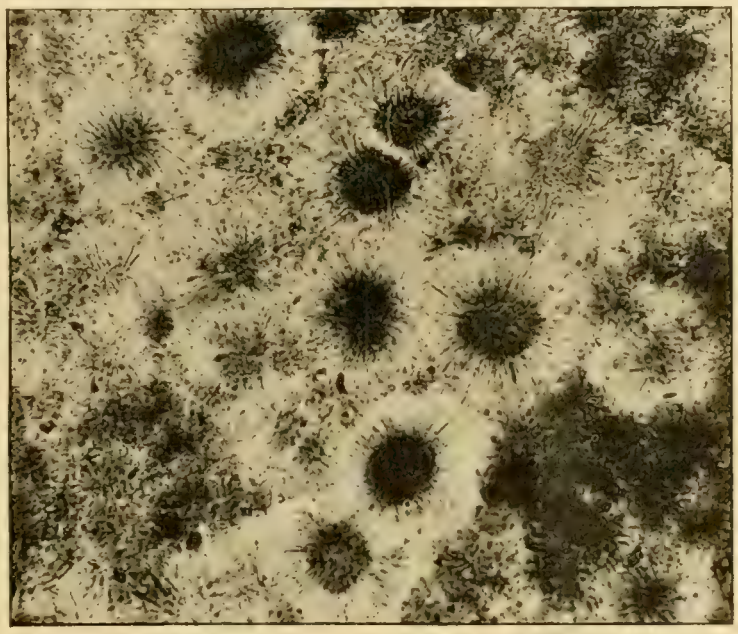


Fig. 13. — *Roches sphérolithiques formées par des zooglées bactériennes* (Photographie).

Les exemples de plantes réduites à leurs cuticules sont assez fréquents. Au Mont-Pelé près Sully (Saône-et-Loire), nous avons recueilli des portions de frondes d'*Alethopteris Grandini*, des pétioles de *Myelopteris*, etc., dont les membranes souples et de couleur brune portaient des érosions analogues à celles des *Bothrodendron* ; nous y avons de même constaté la présence de microcoques mesurant 0μ,5. Les restes de végétaux et les schistes qui les contenaient étaient imprégnés également d'acide ulmique.

IV. — Role des Bactéries dans la formation de quelques roches.

Après la destruction des cellules végétales et de leur contenu, les bactéries se groupaient fréquemment en zooglées sphériques mesurant 10 à 24 μ de diamètre; on les observe en grand nombre autour des débris végétaux en décomposition fossilisés; elles pouvaient être entraînées par les moindres courants et s'accumuler dans les endroits où les eaux étaient tranquilles. Si ces eaux étaient calcaires ou siliceuses, chaque zooglée devenait le centre d'un dépôt amorphe ou cristallin.

La figure 13 montre un certain nombre de zooglées mesurant 21 à 24 μ. Autour de chacune d'elles s'est formée une couche d'aiguilles cristallines siliceuses, longues de 15 à 18 μ. L'ensemble offre exactement l'aspect d'une roche composée de sphérolithes. Entre les plus gros sphérolithes on en remarque un grand nombre, de dimensions plus faibles, qui sont également le point de départ d'une cristallisation rayonnante moins étendue.

Aux Thélots et à Margenne, près d'Autun, certaines couches de schistes renferment un grand nombre de concrétions siliceuses uniquement formées de sphérolithes bactériennes entre lesquelles se trouvent intercalés, en certaines quantités, des grains de pollen qui se sont déposés en même temps.

V. — Role des Bactéries dans la formation de la houille.

On sait que la houille provient de végétaux et de substances dérivées de végétaux qui ont subi une série de transformations chimiques; mais ce que l'on ignore, ce sont les causes qui ont amené ces transformations. On a fait intervenir la chaleur, la pression, l'oxygène libre dans l'air ou dissous dans l'eau, les fermentations, etc. Beaucoup d'expériences ont été exécutées pour transformer en houille le tissu des plantes ou leurs dérivés ; mais, si l'on est parvenu à obtenir des produits présentant une composition chimique voisine de celle de la houille, on n'a pas réussi à leur donner l'aspect feuilleté dû à des lamelles superposées, les unes ternes, d'autres brillantes, de composition et de nature différentes, et surtout à conserver les traces de l'organisation primitive.

Or, les combustibles minéraux, Boghead, Houille, Anthracite, contiennent un grand nombre de fragments, à structure reconnaissable, que l'on peut déterminer et comparer à des fragments de plantes d'espèces semblables conservés par la silice ou le carbonate de chaux.

S'il s'agit, par exemple, de tissus ligneux, on peut, en mesurant la surface de section d'une trachéide silicifiée et celle d'une trachéide provenant de la même espèce, mais houillifiée, constater facilement qu'en passant à l'état de houille, la section de la trachéide est devenue 8 à 10 fois plus petite; dans le sens de la longueur la diminution est de 1/3 des dimensions primitives; ces chiffres, qu'on pourrait multiplier aisément, montrent qu'en se houillifiant, les éléments organiques diminuent considérablement en largeur et en épaisseur et beaucoup moins en longueur.

Cette diminution de volume s'est surtout fait sentir lorsque les tissus transformés et comprimés ont pu se dessécher au sein d'un milieu perméable, comme les argiles et les grès. Quand, au contraire, ils ont été minéralisés, les éléments organiques, soutenus par la matière minérale, ont conservé à peu près leurs dimensions primitives. Les échantillons houillifiés, dont une partie seulement a été minéralisée, permettent donc de vérifier facilement ces changements de volume, puisque l'on peut mesurer les mêmes éléments dans la partie minéralisée et dans celle qui ne l'est pas; celle-ci, du reste, présente les mêmes propriétés que la houille ordinaire.

Ces observations nous ont fait admettre que la transformation des végétaux en houille s'est effectuée en deux temps. Dans la première phase, les tissus ont subi les réactions chimiques qui les ont amenés à la composition des diverses houilles. Dans la seconde, une pression lente, déterminée par le poids des couches qui se superposaient, a fait apparaître peu à peu les propriétés physiques de ce combustible. C'est évidemment dans la première de ces phases que les Bactéries ont pu jouer un rôle. Jetons sur ce rôle un rapide coup d'œil.

La composition centésimale de la cellulose formant la charpente des plantes est exprimée par la formule $C^6 H^{10} O^5$; cette cellulose est imprégnée souvent de différents hydrates de carbone tels que xylane, manno-cellulose, lignine, etc. D'autre part, la composition d'une houille de bois de Cordaïte répond sensiblement à la formule $C^9 H^6 O$ qui diffère de la précédente par un certain nombre d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; or, beaucoup de fermentations microbiennes sont accompagnées de dégagement d'hydrogène, de méthane (hydrogène protocarburé), d'acide carbonique, et il serait facile, en tenant compte de ces dégagements, de passer de la formule de la cellulose à celle de la houille. Donc, à priori, on ne voit pas d'impossibilité à ce que divers microcoques ou bacilles aient pu déterminer de semblables réactions, favorisées, du reste, par la température plus élevée des marais de cette époque.

Mais alors la houille doit contenir des bactéries, et tel est, en effet, le résultat des recherches que nous avons tentées dans cette direction. Ces recherches nous ont permis de constater que la houille ayant conservé quelques traces d'organisation, est peuplée de Bactéries, entre autres de microcoques de couleur foncée, mesurant $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},5$, fixés contre les parois, à peine distinctes, des cellules; ces Bactéries se rencontrent à la place occupée autrefois par la membrane moyenne des trachéides, ou apparaissent en grand nombre dans de petites poches creusées au milieu de tissus détruits.

L'existence de Bactéries à l'intérieur de fragments de houille *pure* est certaine, mais ces Bactéries sont-elles les Bactéries *spécifiques* des combustibles houillers, c'est-à-dire avaient-elles la propriété, en s'attaquant à la cellulose ou à ses dérivés, d'amener ces produits à la composition de la houille ou de l'anthracite, et d'arrêter là leur action destructive? Les observations que nous avons rappelées plus haut, faites sur des préparations renfermant des restes de plantes silicifiées, montrent que le travail bactérien ne s'arrêtait que lorsque toute trace d'organisation avait disparu. Les cuticules elles-mêmes, si résistantes, finissaient par être complètement détruites. Nous pensons donc qu'il en aurait été de même pour les végétaux et leurs dérivés qui ont formé les combustibles minéraux, et que ces derniers seraient encore plus rares qu'ils le sont, si l'œuvre de destruction des Bactéries n'avait pas été fréquemment enrayée.

Tout porte à admettre que la macération, la fermentation microbienne ne pouvaient s'effectuer efficacement que dans de petites masses d'eau peu profondes, des étangs de peu d'étendue, des marais, et à une température relativement élevée, par conséquent sous l'influence d'espèces particulières de Bactéries.

A l'époque houillère, des inondations fréquentes avaient lieu, à cause de l'énorme quantité de vapeurs contenues dans l'atmosphère; ces inondations entraînaient dans les lacs et les mers des débris de végétaux plus ou moins macérés avec les légions de Bactéries qu'ils renfermaient et que l'on retrouve actuellement dans la houille. Il est clair que l'activité bactérienne devait cesser rapidement au sein de masses d'eau considérables et plus froides. Les couches du combustible, et plus tard les argiles et les grès, en se superposant, ont

comprimé ces divers débris, et la pression lente au sein de ce milieu perméable a fait apparaître successivement les propriétés physiques de la houille.

VI. — Conclusions.

En résumé, nous avons établi :

1° Que les ossements, les écailles, les dents des animaux ayant vécu aux temps primaires, étaient attaqués et détruits par des Bactériacées analogues par leur forme, leur grandeur, à celles qui, de nos jours, déterminent la carie des os et des dents;

2° Que les débris des végétaux, aux époques anciennes, étaient envahis par des légions de Bactériacées. Les unes dissolvaient les membranes moyennes des cellules, les autres les épaississements; certaines d'entre elles portaient plus spécialement leur action sur les spores contenues dans les sporanges des fougères; les tissus parenchymateux disparaissaient d'abord, puis les fibres et les vaisseaux, enfin les cellules de liège et les cuticules;

3° Que, si rien ne venait enrayer le travail bactérien, toutes les parties de la plante disparaissaient successivement, et qu'il ne restait de visible que de nombreuses zooglées formées par les microorganismes;

4° Que souvent ces zooglées avaient servi de centres d'attraction à des matières minérales, amorphes ou cristallines, ayant produit des roches oolithiques ou sphérolithiques;

5° Que la houille pure renferme des quantités notables de Bactéries, qui, en provoquant la formation d'hydrogène et d'acide carbonique, ont pu amener la cellulose et ses dérivés à la composition chimique de ce combustible [1].

Nous avons émis cette hypothèse que le travail des Bactéries qui s'effectuait dans les marais, les étangs, etc., était arrêté par des crues d'eaux, fréquentes aux époques primaires, capables d'emporter les plantes ayant subi une transformation plus ou moins complète, dans des lacs d'une certaine étendue, dans les mers, où la fermentation devenait impossible à cause de leur profondeur.

Les propriétés physiques de la houille, — densité, dureté, ténacité, etc., — n'ont donc apparu qu'à la suite d'une compression lente au sein d'un milieu perméable, compression due aux couches variées qui l'ont recouverte.

Bernard Renault,

Docteur ès sciences.
Assistant au Muséum.
Membre de l'Académie Royale de Belgique.

611,44

LES DÉCOUVERTES RÉCENTES
SUR LA FONCTION THYROÏDIENNE

La découverte du chimiste Baumann, que M. A. Etard a tout récemment signalée aux lecteurs de cette *Revue* [1], vient d'accroître l'intérêt, déjà considérable, qui s'attache aux recherches poursuivies depuis plusieurs années par une pléiade de chirurgiens et de physiologistes sur les fonctions de la glande thyroïde.

Tout le monde sait que cet organe, situé à la partie supérieure et au-devant de la trachée, est peu volumineux chez l'homme normal : il se présente alors sous la forme d'une petite masse bilobée, qui ne pèse qu'environ trente grammes. On sait aussi que c'est le développement exagéré de la thyroïde qui constitue le goitre, si fréquent chez les crétins des montagnes. Mais jusqu'à ces derniers temps, on ignorait le mécanisme du fonctionnement de ce viscère et ses relations physiologiques avec le reste de l'économie. Nous ne rappellerons pas la série des observations, un peu anciennes, de von Rapp (1840), Maigneu (1843), Schiff (1856), qui avaient conduit à penser que le corps thyroïde, bien que dépourvu de canal excréteur, est une glande douée d'une certaine influence sur la composition du sang. Les lecteurs connaissent, d'ailleurs, les traits d'ensemble de cette grosse question des glandes à sécrétion interne, traitée ici même, à propos du pancréas par M. E. Gley [2], à propos des capsules surrénales par M. Abelous [3]. Nous nous bornerons à indiquer : d'une part les faits récemment acquis au sujet des fonctions de la glande thyroïde; d'autre part, les applications qui semblent résulter de ces découvertes.

I. — Observations sur l'extirpation de la glande.

C'est le chirurgien genevois Reverdin qui en 1882 mit la question de la fonction thyroïdienne à

[1] Voyez l'article de M. Etard dans la *Revue* du 30 septembre 1896, t. VII, page 782.

[1] Pendant la rédaction même de cet article, j'ai trouvé des microcoques et des bacilles dans la houille de Saint-Etienne, Commentry, Vicoigne, dans la houille tertiaire, dans la houille animale de Transylvanie.

[2] E. Gley : Les découvertes récentes sur la Physiologie du Pancréas, *Revue générale des Sciences* du 30 juillet 1891, t. II, p. 469.

[3] J. Abelous : La Physiologie des glandes à sécrétion interne. Corps thyroïde et capsules surrénales. *Revue générale des Sciences* du 15 mai 1893, t. II, p. 273.

l'ordre du jour. Il avait constaté que, chez presque tous les goitreux qu'il avait opérés et auxquels il avait pratiqué l'extirpation complète de la glande thyroïde, on observait des phénomènes cachectiques spéciaux, caractérisés par de la faiblesse des bras et des jambes, de la fatigue, des douleurs et des tiraillements dans des groupes musculaires, une sensation de froid aux extrémités. Son confrère de Berne, Kocher, constata, en 1883, que 18 sur 24 goitreux opérés par lui présentaient tous les symptômes décrits par Reverdin.

Reverdin, frappé de la similitude des accidents que présentaient ses malades avec les symptômes d'une affection décrite pour la première fois par Gull, à laquelle Ord avait donné le nom de *myxœdème*, que Morvan avait décrite en France et qui avait été étudiée par Charcot, désigna le syndrome que présentaient ses malades sous le nom de *myxœdème post-opératoire* ou *cachexie strumiprive*. Il attribuait les accidents observés chez les myxœdémateux au non-fonctionnement de leur corps thyroïde, de même que les accidents observés chez ses opérés devaient être attribués à la suppression de cet organe.

C'est alors qu'en 1884, Schiff, rappelant ses anciennes expériences et en entreprenant de nouvelles sur 60 chiens, constata que tous ces animaux, privés de thyroïde, devenaient, vers le quatrième jour, apathiques, que leurs mouvements étaient mal assurés, qu'ils étaient atteints de tremblement de tous les muscles, bientôt suivis de convulsions cloniques et tétaniques accompagnées de dyspnée, et que la mort survenait fatalement dans un délai plus ou moins rapproché.

Pratiquant la même opération sur d'autres animaux, il observa les mêmes phénomènes sur le chat ; mais les rats et les lapins ne présentèrent aucun trouble dans leur organisme après la thyroïdectomie (ablation totale de la glande). Dès lors les expériences se multiplient : Colzi, Sanquirico et Canalis, Wagner, Horsley, Albertoni et Tizzoni, Gibson, Fuhr, Rozovitch, Herzen, Ewald, Lupo, Carli, Fano et Zando, Ughetti, confirment les expériences de Schiff sur le chien et le chat, Horsley sur le singe, Sanquirico et Orecchio sur le renard. Colzi, Tizzoni, Ughetti et di Mattei, Rozovich constatent de nouveau que la thyroïdectomie pratiquée sur le lapin semble inoffensive; Sanquiricco et Orecchio observent que l'agneau est aussi réfractaire; Ewald remarque que le pigeon est doué de la même immunité.

Gley démontre que la résistance du lapin est due à l'existence de glandules thyroïdiennes accessoires, qui existent toujours chez cet animal, et établit, par une série d'expériences très ingénieuses, que l'ablation du corps thyroïde et des glandules détermine chez cet animal les mêmes accidents que ceux observés après la thyroïdectomie chez le chien.

Cependant, on s'étonnait de voir, chez l'homme, dominer les troubles trophiques, tandis que, chez les animaux, c'étaient surtout des accidents convulsifs qui apparaissaient.

Reverdin observa cependant quelques accidents convulsifs chez ses opérés, et, d'autre part, Horsley réussit à reproduire sur un singe thyroïdectomisé tous les symptômes du myxœdème; Tizzoni et Catani, puis plus tard Gley ont constaté ces mêmes accidents chez des chiens privés de leurs corps thyroïdes.

A la suite de cet ensemble de travaux, tous concordants, tout le monde tomba d'accord, et, au Congrès de Chirurgie tenu en Allemagne en 1887, Reverdin et Simon purent établir que le myxœdème spontané, la cachexie strumiprive (myxœdème post-opératoire), et le crétinisme sont des phases différentes d'un même processus morbide, qui se trouve sous la dépendance d'une perversion, d'une diminution ou d'une suppression de la sécrétion thyroïdienne.

II. — Tentatives de restitution des produits glandulaires.

Schiff démontra à la même époque que l'on pouvait empêcher les accidents consécutifs à l'ablation du corps thyroïde d'apparaître chez le chien, ou même les faire cesser, en pratiquant la greffe d'un corps thyroïde pris à un autre animal.

Lannelongue, en 1890, pratiqua le premier la greffe thyroïdienne sur l'homme, et en eut les meilleurs résultats. On s'aperçut bientôt que l'amélioration qu'apportait la greffe thyroïdienne aux malades opérés n'était que temporaire, et que la maladie continuait à suivre son cours, que le corps thyroïde greffé perdait rapidement sa structure histologique et sa fonction glandulaire.

C'est alors que Gley, se basant sur la théorie de la sécrétion interne des glandes de Brown-Séquard et appliquant à la glande thyroïde la méthode séquardienne des injections de sucs glandulaires, constata que le suc thyroïdien et son extrait glycériné, injecté par voie intraveineuse, empêche l'apparition des accidents morbides consécutifs à l'ablation du corps thyroïde chez les animaux.

Murray, en 1891, pratiqua chez l'homme des injections sous-cutanées d'extraits thyroïdiens, lesquels ont donné les meilleurs résultats. — Cette médication thyroïdienne par voie hypodermique a rapidement supplanté la méthode des greffes.

Les extraits thyroïdiens destinés aux injections sous-cutanées étaient préparés par Gley de la façon suivante : on prend avec toutes les précautions

aseptiques le corps thyroïde chez un animal fraîchement tué; on le coupe aux ciseaux et le broie avec du sable stérilisé dans un mortier stérilisé, en présence d'eau salée stérilisée; le tout est exprimé sous une presse. Le liquide obtenu est filtré, sous une faible pression, sur un filtre en papier ou de coton de verre. Cette méthode donne, d'après l'auteur, un liquide plus actif que le procédé d'Arsonval et Brown-Séquard.

Murray, désirant obtenir un liquide très actif, met à macérer le corps thyroïde bien frais, coupé en morceaux, pendant 24 heures, dans l'eau phéniquée à 5 pour 100; le tout est passé sur une toile stérilisée et le liquide obtenu est étendu de son volume de glycérine. Le produit obtenu par Murray était étendu de façon que 3 centimètres cubes de liquide correspondissent à un lobe de corps thyroïde.

On employa presque exclusivement la médication thyroïdienne, par injection hypodermique, jusqu'à ce qu'Howitz, médecin danois, eût constaté que l'ingestion de pâtés de glande thyroïde exerce la même action thérapeutique sur les myxœdémateux que l'injection sous-cutanée de suc thyroïdien.

On a commencé par faire prendre aux malades des glandes crues hachées, provenant d'animaux fraîchement tués, moutons ou veaux. Pour vaincre la répugnance de certaines personnes, on a préconisé l'emploi de corps thyroïdes desséchés à basse température.

La poudre de glande thyroïde desséchée se prépare en débarrassant soigneusement l'organe de la graisse et des membranes conjonctives, en les desséchant à basse température (40° à 50°). On obtient ainsi une poudre très hygroscopique, que l'on conserve en l'additionnant d'une certaine proportion de sucre de lait, ou encore sous forme de tablettes. Plusieurs industriels ont désigné ce produit sous le nom de *thyroïdine*, ce qui est très regrettable, car cette désinence fait supposer à tort qu'on a entre les mains un principe actif défini, dérivé de la glande thyroïde, alors qu'il n'en est rien.

III. — Accidents dus a l'extirpation de la glande.

L'étude des accidents consécutifs à la thyroïdectomie, et les résultats surprenants de la médication thyroïdienne chez les animaux et les malades privés de glandes thyroïdes, ainsi que sur les myxœdémateux, ont amené à considérer le corps thyroïde comme un organe possédant une fonction antitoxique. Pour le démontrer, divers expérimentateurs ont comparé les toxicités relatives des tissus, du sang, de l'urine, chez les animaux normaux et thyroïdectomisés.

Scobbs et Lamari ont constaté que les tissus ne se montraient pas particulièrement toxiques. Ughetti et di Mattei, Rozovitch ont remarqué que l'injection de sang provenant d'un animal thyroïdectomisé ne produit aucun phénomène chez un animal sain; mais qu'injecté à un animal dont on vient d'enlever le corps thyroïde, il amène rapidement l'apparition des accidents qui n'apparaissent habituellement qu'au bout de quelques jours: tremblements fibrillaires, convulsions, etc.

Gley a constaté que le sang d'animaux thyroïdectomisés n'est pas, au début, plus toxique que celui d'un animal sain, mais qu'il *acquiert* la propriété de donner naissance à des contractions fibrillaires caractéristiques.

Fano a observé que, chez les animaux privés de leurs corps thyroïdes, les troubles s'amendaient lorsqu'on pratiquait une saignée et des injections de sérum artificiel. La saignée et les injections semblent agir, chez les thyroïdectomisés, de la même façon que dans les infections générales.

Laulanié a étudié les variations de la toxicité urinaire. Cette toxicité augmente considérablement chez les animaux thyroïdectomisés; Masoin, qui a repris ces recherches, a constaté que la toxicité urinaire s'élève après la thyroïdectomie, que la courbe de toxicité suit celle des accidents, que cette toxicité augmente au moment des accès épileptiformes et de polypnée.

La fonction rénale est touchée; chez les animaux privés de leur corps thyroïde, Alonzo a remarqué que la substance corticale présente des lésions inflammatoires et dégénératives importantes; les lésions sont tantôt interstitielles, tantôt parenchymateuses.

Le système nerveux est aussi touché; Weiss insiste sur les altérations cellulaires des cornes antérieures, altérations qu'il considère comme cause des accidents tétaniques.

Rozovitch signale des phénomènes d'encéphalomyélite chez les chiens et les chats thyroïdectomisés. Les dégénérescences du système nerveux central ont été, du reste, signalées par plusieurs auteurs : Lufo, Langhaus et Knopp, Capobianco, etc.

Tous ces phénomènes semblent bien démontrer que les individus privés de leur corps thyroïde sont soumis à une auto-intoxication spéciale et que la fonction thyroïdienne est bien une fonction antitoxique.

IV. — Nature du poison thyroïdien.

Divers auteurs se sont efforcés de préciser quelle est la nature du poison qui s'accumule dans l'organisme et que la glande thyroïde est appelée à détruire.

Lindermann a remarqué que la caféine, admi-

nistrée en injection intra-veineuse, est beaucoup moins toxique pour un animal normal que pour un animal privé de son corps thyroïde. Il en conclut que la glande thyroïde est chargée de détruire les produits toxiques de constitution analogue, c'est-à-dire les dérivés *xanthiques*.

Pour Horsley, la substance toxique que détruit la thyroïde serait la *mucine*. Notkin dit avoir isolé, en 1895, un principe albuminoïde, qu'il a retiré de la glande thyroïde, et auquel il a donné le nom de *thyroprotéide;* cette substance, très toxique pour les animaux, provoquerait des troubles analogues à ceux de la cachexie strumiprive; il considère le thyroprotéide comme un produit de déchet résultant des échanges organiques intracellulaires : cette substance, normalement détruite par la fonction thyroïdienne, s'accumulerait chez les individus privés de cette fonction, ce qui serait la cause des accidents observés.

On peut se rendre facilement compte, d'après ce rapide exposé, que nous ne connaissons encore rien de bien certain sur la nature de la substance toxique, ou des principes immédiats de déchets que la fonction thyroïdienne est chargée de détruire dans notre organisme; de nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider cette question très délicate.

V. — Nature de l'antitoxine.

La médication thyroïdienne est aussi efficace contre les accidents toxiques observés chez les individus privés de la fonction de leur glande, quel que soit le mode d'administration : greffe, injection intraveineuse ou sous-cutanée du suc thyroïdien, ingestion de corps thyroïde. De nombreuses observations en font foi.

Ces faits montrent bien : 1° que l'action antitoxique du corps thyroïde est due, non pas à une fonction modificatrice des éléments du sang dans l'intérieur des cellules de cet organe, mais à la sécrétion d'un principe actif qui est déversé par la glande dans la circulation; 2° que ce principe actif ne se détruit pas après la mort de l'individu, et peut être conservé après dessiccation de la glande. On doit donc pouvoir séparer des autres éléments du corps thyroïde cette substance, l'obtenir à part et la caractériser. Plusieurs auteurs se sont efforcés de le faire :

En 1893, Vermehren est arrivé à isoler de l'extrait thyroïdien une matière protéique, mal définie, qu'il appela *thyroïdine*[1]. Il obtint ce corps en traitant les glandes débarrassées de la graisse et du tissu conjonctif, réduites en bouillie, par deux fois leur poids de glycérine; après vingt-quatre heures, filtrant ce produit rougeâtre, il le précipita par l'alcool absolu ; il eut ainsi un dépôt grisâtre, lequel, lavé à l'alcool et séché à 37°, constitua ce qu'il appelle la *thyroïdine*. Ce produit était doué des propriétés curatives du suc thyroïdien vis-à-vis du myxœdème.

En 1895, Notkin a isolé, — en même temps que le thyroprotéide dont nous avons parlé tout à l'heure, — une seconde substance qui se présentait sous l'aspect d'une poudre jaune, très hygroscopique, donnant une solution visqueuse, beaucoup plus toxique que le thyroprotéide, produisant de l'excitation du système nerveux. Pour l'auteur, ce corps appartiendrait à la famille des ferments solubles (*enzymes*) et serait le principe spécifique élaboré par les cellules du corps thyroïde; ce corps agirait sur le thyroprotéide pour le décomposer et lui enlever toute toxicité.

On avait supposé jusqu'alors que la chaleur détruit l'activité antitoxique du corps thyroïde, lorsque Ross à Fribourg, Schaffer à Londres, ont découvert presque simultanément, en 1895, que l'on peut soumettre l'extrait thyroïdien à la température de l'ébullition, même en présence d'une solution alcaline titrant 1 pour 100 de soude caustique, sans altérer son activité antitoxique.

C'est en se basant sur ces données que S. Fränkel, de Vienne, entreprit l'étude chimique du suc thyroïdien, en se guidant, au cours de ses recherches, sur la valeur antitoxique des divers éléments isolés par l'expérimentation physiologique. Il réussit à isoler un principe actif, cristallisé, qui, administré aux animaux thyroïdectomisés, faisait cesser les tremblements et la prostration, résultats obtenus par Gley avec l'extrait thyroïdien. Cette substance, que l'auteur appelle *thyréo-antitoxine*, est un corps défini, soluble dans l'eau, dans l'alcool, insoluble dans l'éther et l'acétone, répondant à la formule $C^6H^{11}Az^3O^3$, ce qui en ferait une guanidine substituée, dérivant de l'acide succinique. Presqu'en même temps Drechsel a obtenu, en traitant des corps thyroïdes de porc, deux bases différentes qui, toutes deux, ont une action favorable sur les animaux thyroïdectomisés. L'une de ces bases paraît identique à celle décrite par Fränkel. Il les a obtenues en débarrassant d'albumine par l'ébullition l'extrait aqueux de thyroïde de porc. La solution a été concentrée, puis filtrée, enfin précipitée par l'acide phosphomolybdique. Le précipité contient deux corps, dont l'un est soluble dans l'eau bouillante. Ces deux composés, traités par l'eau de baryte, fournissent deux bases cristallines.

Baumann, vers la même époque, annonçait qu'il avait extrait un principe iodé, particulier à la glande thyroïde; considérant ce composé comme

[1] Ne pas confondre ce produit avec la glande desséchée que de nombreux industriels désignent sous ce nom.

le seul principe actif, il lui donna le nom de *thyroiodine*.

Baumann obtient la *thyroiodine* en traitant les glandes divisées par de l'acide sulfurique à 1/10° pendant plusieurs jours à l'ébullition. La liqueur filtrée laisse déposer par refroidissement un précipité floconneux brun qui renferme la substance active. Ce précipité recueilli est séché, puis traité par l'alcool à 90° bouillant, qui dissout le principe actif. La solution alcoolique est évaporée ; on débarrasse le résidu des matières grasses qui le souillent, en le traitant par l'éther de pétrole. On dissout le résidu dans une solution de soude à 1 pour cent, on filtre et neutralise par un excès d'acide sulfurique. La thyroiodine se précipite sous forme de flocons bruns, qui sont lavés et séchés à basse température.

La thyroiodine ainsi obtenue est une substance pulvérulente brune, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, très soluble dans les alcalis libres. Elle contient normalement de l'azote, une petite quantité de phosphore (1 à 0,5 °/₀) et environ 10 °/₀ d'iode ; lorsqu'on la chauffe, elle dégage une odeur de base pyridique.

L'iode s'y trouve très fortement combiné. Cette substance est très difficilement décomposée par les alcalis. L'amalgame de sodium détermine d'abord le départ de l'iode de la molécule.

D'après les derniers travaux de Baumann et Roos, la thyroiodine semble être combinée dans la glande thyroïde avec une matière albuminoïde ; la digestion artificielle suffit pour détruire cette combinaison ; la thyroiodine reste insoluble, tandis que la substance albuminoïde se dissout en se transformant en peptone. Les acides forts suffisent aussi pour opérer ce dédoublement.

Les auteurs sont convaincus que, dans le corps thyroïde, la majeure partie de la thyroiodine se trouve ainsi sous forme d'une combinaison qu'ils appellent *thyroiodalbumine*; une faible partie s'y trouverait combinée à une globuline, combinaison qu'ils appellent *thyroiodoglobuline*, et il n'y aurait que des traces de thyroiodine en liberté dans la glande thyroïde.

VI. — Recherche de l'iode dans le corps thyroïde.

La découverte de la thyroiodine introduit une notion nouvelle en Chimie biologique : l'existence dans l'organisme normal d'une substance naturelle *iodée dans sa molécule*. Baumann et Roos, comprenant toute l'importance de ce fait, ont immédiatement cherché à déterminer la proportion de l iode contenu dans l'organisme et sa localisation.

Ils ont employé, pour effectuer ces dosages, qui portent sur de très faibles quantités d'iode, la méthode de Rabourdin. Voici comment ils opèrent :

La glande convenablement desséchée est pulvérisée et chauffée dans un creuset d'argent avec un mélange d'azotate de potasse et de soude caustique. Le résidu de la calcination est dissous dans l'eau, filtré et additionné d'acide sulfurique ; on ajoute à ce mélange un volume connu de chloroforme, 10 centimètres cubes. On compare l'intensité de la coloration du chloroforme avec des solutions titrées d'iode dans ce dissolvant. Il faut avoir soin de se mettre dans les mêmes conditions et d'observer les solutions dans des tubes de même diamètre.

Cette méthode est suffisamment sensible pour déceler 1/10 de milligramme d'iode.

Baumann et Roos ont ainsi pu déterminer la proportion d'iode qui se trouve dans la glande thyroïde de mouton. Les résultats de leurs analyses sont résumés ci-dessous :

CORPS THYROÏDE DE MOUTON origine	IODE CONTENU DANS 1 GR. GLANDE DESSÉCHÉE mmg.	IODE CONTENU DANS 1 GR. GLANDE FRAICHE mmg.
Fribourg	0,9	0,26
—	1	0,29
—	1,3	0,38
Eberfeld	1,5	0,44
—	5,3	1,56
Paris	1,15	0,34
—	1,2	0,35

Ils ont constaté que le corps thyroïde est le seul tissu de l'organisme qui contienne de l'iode. La proportion d'iode qui se trouve daus le corps thyroïde d'un individu varie non seulement suivant l'espèce animale considérée, mais encore suivant l'individu d'une même espèce.

Une expérience de Baumann semble démontrer que l'alimentation joue un certain rôle, et que la proportion d'iode contenue dans la glande en dépend. Il a nourri quatre chiens de manières différentes : le premier exclusivement avec de la viande, le second avec des débris de cuisine, le troisième avec du thymus de jeune taureau, le quatrième avec de la morue. L'iode contenu dans leur thyroïde était :

	IODE mmg.
Pour le chien nourri à la viande	0
Pour le chien nourri avec les débris de cuisine.	0,8
Pour le chien nourri de thymus	1,4
Pour le chien nourri de morue	1,6

Ils ont aussi dosé l'iode dans les corps thyroïdes de malades de diverses origines et ont constaté que les malades atteints de goitre n'avaient pas de composé iodé ou que l'iode ne s'y rencontrait qu'en traces.

Ils ont aussi constaté que la médication iodurée, même en application externe, augmentait la proportion d'iode du corps thyroïde. Ils citent notamment à ce sujet le cas d'une malade succombant à la suite d'un cancer de l'utérus, soignée par des applications locales d'iodoforme. La proportion

d'iode contenue dans le corps thyroïde de cette malade, était — constatation importante — de beaucoup supérieure à la moyenne.

C'est une vérification absolue de la théorie pathogénique du goitre et la justification de la thérapeutique empirique qui prescrit l'iode et les iodures aux goitreux.

Nous résumons, dans le tableau suivant, les résultats des analyses de Baumann donnant la teneur en iode des corps thyroïdes de diverses espèces animales :

	IODE CONTENU DANS 1 GR. GLANDE	IODE CONTENU DANS LA GLANDE ENTIÈRE
	mmg.	mmg.
Cheval	0,6	4,2
—	1,7	10,2
Veau de lait	1,5	3
Vache	1,5	9,9
Bœuf	1,1	3,5
Jeune taureau	1,1	8,2
Porc		0,95
Lapin	1,1	0,12

La quantité d'iode contenue dans la glande thyroïde du porc cité ci-dessus peut être due au mode d'alimentation. Quoi qu'il en soit, la glande thyroïde de porc contient toujours peu de thyroiodine, et son traitement ne donne que de faibles rendements.

Ainsi que nous venons de le constater dans cet exposé succinct, les travaux des chimistes ont fait faire un grand pas à la question du mode d'action de la glande thyroïde sur l'organisme.

Ils ont démontré que cet organe est une glande qui sécrète un principe albuminoïde iodé antitoxique. Ce principe a été vraisemblablement isolé successivement par Bubnow, Vermehren et Notkin; mais c'est Baumann qui a su le dédoubler et montrer qu'il contient de l'iode dans sa molécule.

Les travaux de Frankel et de Drechsel ont conduit ces auteurs à des résultats différents, qui demanderaient à être confirmés.

A l'heure actuelle, nous devons considérer, avec Baumann, qu'il n'existe dans le corps thyroïde qu'un seul principe actif; qu'il est iodé, et qu'il s'y trouve combiné en majeure partie avec un albuminoïde et en faible proportion avec une globuline.

VII. — Action sur l'organisme de la thyroïde.

L'action sur l'organisme de l'ingestion de glande thyroïde, de l'introduction par voie stomacale, sous-cutanée, intra-veineuse ou intra-péritonéale de ses extraits ou de son principe actif, a été l'objet de nombreux travaux.

Ewald, en 1887, a constaté que l'injection sous-cutanée d'un extrait thyroïdien, obtenu par trituration et expression d'un corps thyroïde de chien sain, à un autre animal de même espèce provoque des phénomènes d'excitation suivis d'un profond sommeil.

Langendorff a vérifié ces faits et remarqué, en outre, en 1889, que l'injection intra-veineuse et intra-péritonéale amène rapidement la mort.

Contrairement à ces assertions, Alonzo et Horsley n'ont observé aucune action sur l'organisme sain.

Gley, qui a refait ces expériences, a observé dans certains cas les phénomènes décrits par Ewald.

Haskovec a constaté que l'injection intra-veineuse de l'extrait aqueux thyroïdien produit un abaissement passager de la pression sanguine et une accélération du pouls; ces phénomènes se présentent aussi bien chez l'animal normal que chez le chien thyroïdectomisé, curarisé, même après section des deux pneumogastriques. La section du bulbe en empêche l'apparition.

Mackensie a remarqué une accélération de la respiration, Mendel une augmentation dans la sécrétion de l'urée, ce qui fait admettre par cet auteur que le principe actif de la glande thyroïde stimule les échanges nutritifs.

Vermehren a vérifié ce fait chez l'homme et constaté que, même chez l'individu normal, l'élimination d'azote urinaire a presque triplé pendant les 4 ou 5 premiers jours de la médication.

Cette augmentation de la désassimilation est plus marquée chez les myxœdémateux et chez les personnes âgées que chez les jeunes gens.

La médication thyroïdienne n'est pas inoffensive et doit être prescrite avec prudence. Beclère regarde le suc thyroïdien comme un poison du cœur, pouvant amener la mort par syncope. Notkin a, du reste, signalé la grande toxicité de la thyro-iodine qu'il a isolée, et a constaté son action excitante sur le système nerveux.

Les auteurs ont signalé plusieurs accidents consécutifs à l'administration soit du corps thyroïde, soit de ses dérivés. Howitz relate un cas d'urticaire; Laache, de l'érythème papuleux passager; Stabel cite le cas d'un obèse traité par la glande thyroïde, qui fut pris du délire de la persécution et mourut; à l'autopsie on observa de l'œdème cérébral aigu. Ewald a signalé la glycosurie, qui s'est produite chez un malade qui avait absorbé 340 tablettes de thyroïdine. Haskovec a observé, dans un cas de crétinisme sporadique traité par la médication thyroïdienne, l'accélération du pouls, de l'élévation de température, des nausées, des vomissements. Chantemesse et R. Marie ont observé des vertiges, malaises, troubles dyspeptiques, somnolences, à la suite d'injection d'extrait thyroïdien glycériné.

Ces phénomènes d'intolérance ne se manifestent pas en général au début du traitement, et souvent il suffit de supprimer ou simplement de diminuer la dose pour les faire disparaître.

G. Ballet et Enriquez ont étudié les effets de

l'hyperthyroïdisation expérimentale. Ils ont observé que, chez le chien, l'ingestion de corps thyroïde de mouton produit des accidents d'intensité variable : les uns immédiats : fièvre, tachycardie; les autres tardifs : amaigrissements, perte d'appétit, soif exagérée, vomissements, selles diarrhéiques et sanglantes.

Les injections sous-cutanées d'extraits thyroïdiens déterminent des accidents analogues, d'autant plus intenses que les animaux sont plus jeunes. Ces accidents peuvent tous provoquer la mort.

Ils ont constaté chez ces animaux hyperthyroïdisés des lésions inflammatoires du corps thyroïde, qui aboutissent à une transformation granuleuse et scléreuse du parenchyme.

Des expériences d'hyperthyroïdisation, que nous avons entreprises l'an dernier au laboratoire de Thérapeutique de la Faculté de Médecine, ne nous ont pas donné le même résultat. Un chien pesant 8 kilos a absorbé par l'estomac 148 lobes de glande thyroïde de bœuf : soit $1^k,361$ de corps thyroïde, du 25 novembre au 21 janvier, sans présenter ni élévation de température, ni aucun symptôme morbide. Il avait seulement maigri de $1^k,500$. Il ne pesait plus que $6^k,500$ au 23 janvier 1895. Depuis lors, cet animal a conservé sa santé et sa bonne humeur jusqu'au jour où on l'a sacrifié pour une autre expérience.

Une chienne pesant 12 kilos a absorbé, dans le même laps de temps, 267 lobes, soit 133,5 corps thyroïdes de mouton pesant 428 grammes.

A aucun moment nous n'avons observé d'élévation de température, ni de tachycardie, ni d'augmentation dans le diamètre des glandes thyroïdes. La chienne a maigri considérablement, elle ne pesait plus que $8^k,200$. Elle avait perdu par conséquent $3^k,800$. C'est le seul symptôme que nous ayons observé. Aussi ne pouvons-nous comparer ces accidents à ceux de goitre exophtalmique.

VIII. — Médication thyroïdienne.

La médication thyroïdienne a été employée dans une foule de cas très différents les uns des autres et, on peut le dire, un peu empiriquement.

Elle est indiquée, et aujourd'hui le nombre de ses succès ne se compte plus dans le traitement des affections où il y a suppression de la fonction thyroïdienne : le myxœdème, le goitre ; nous devons dire avec Mendel : Le traitement du myxœdème par le suc thyroïdien est un « progrès réalisé dans la thérapeutique de cette affection. »

Owen l'a appliqué avec succès au traitement du goitre exophtalmique ; J. Voisin a eu aussi une amélioration dans un cas analogue ; mais cette médication serait contre-indiquée si la théorie de Ballet et Enriquez est exacte.

Une application bien intéressante de cette médication est le traitement de l'obésité : elle semble avoir donné jusqu'à ce jour d'excellents résultats, mais demande à être surveillée et appliquée avec soin.

L'action de la médication thyroïdienne sur la croissance et l'idiotie semble très efficace. Bourneville, Murrel, Telford Smith, Thomson, Byrom, Bramwell, ont signalé plusieurs observations d'idiots améliorés par cette médication.

Lewis Bruce a employé la glande thyroïde dans le traitement de la folie et prétend avoir obtenu des résultats particulièrement satisfaisants dans la paralysie générale.

Une application curieuse de la médication thyroïdienne dans les maladies de peau a été tentée par Bramwell ; mais jusqu'à présent les résultats obtenus par les divers auteurs sont ou négatifs ou incertains.

En terminant, nous devons signaler quatre cas de syphilis traités par Duncan Menzies par la thyroïde et qui ont été très améliorés.

En résumé, la médication thyroïdienne a acquis à juste titre une grande importance dans le traitement du myxœdème, du goitre ; elle peut rendre des services dans le traitement des idiots et des obèses en facilitant leurs échanges nutritifs ; quant aux autres applications, il convient d'attendre avant de se prononcer sur leur efficacité.

La thyroiodine de Baumann a donné, entre les mains de Roos, du professeur Thoms et du docteur Sochbacher, les mêmes résultats que la glande thyroïde dans le traitement du myxœdème et du goitre. D'après ces auteurs, ce médicament est beaucoup plus facile à doser que la glande thyroïde et se conserve indéfiniment sans s'altérer. Marie l'a employé avec succès contre le myxœdème. Nous avons pu retarder la mort et empêcher l'apparition des convulsions chez un chien thyroïdectomisé en lui injectant dans les veines un milligramme de thyroiodine que nous avions préparée en suivant la méthode décrite par Baumann.

Nous pensons que ce produit est bien le principe actif de la glande.

On devra préférer à l'emploi de tablettes ou d'extrait l'usage de la glande fraîche, qui peut être absorbée sans dégoût, maintenant que l'on sait qu'elle peut être cuite sans perdre son efficacité. Plusieurs des accidents observés au cours du traitement thyroïdien sont vraisemblablement dus aux ptomaïnes qui se produisent au sein des matières préparées et conservées : extraits, poudres, tablettes, etc.

Dr A. Chassevant,

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

626 / 627 L'ÉTAT ACTUEL DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE EN FRANCE

PREMIÈRE PARTIE : RÉSEAU NAVIGABLE ET MATÉRIEL DE NAVIGATION

Les voies de navigation intérieure ne servent plus guère, aujourd'hui, au transport des voyageurs : des touristes, pour leur plaisir, descendent encore le Rhin ou le Rhône, voire l'embouchure de la Seine ; mais le temps est passé où, simplement pour voyager, on prenait le coche d'eau. Par contre, rivières et canaux conservent, pour le transport des marchandises, une importance de premier ordre. Si, lors de la création des chemins de fer, il sembla d'abord que leur rôle était fini, l'intérêt depuis leur est revenu, une plus juste appréciation des choses ayant fait voir que leur utilité pouvait n'être plus la même qu'autrefois, mais que c'était la nature de cette utilité qui avait changé bien plus que sa grandeur.

Ce n'est pas, du reste, que l'on soit toujours d'accord sur la façon d'apprécier le rôle actuel des rivières et canaux, et il y a là toute une série de questions dont l'importance économique justifierait des développements qui excéderaient de beaucoup les limites que nous nous sommes imposées. Nous ne ferons que les signaler d'un mot, ne fût-ce que pour justifier l'intérêt qui s'attache à l'étude technique des moyens mis en œuvre par la batellerie.

En fait, il n'apparaît pas de démarcation qui s'impose nécessairement entre les marchandises qui peuvent être transportées par bateau ou par wagon. Les parcours des routes d'eau naturelles ou artificielles sont, en raison du relief du sol, ceux qui correspondent aux directions commerciales naturelles, où, par conséquent, s'établissent les chemins de fer les plus importants. On doit donc considérer que, normalement, les voies ferrées et les voies navigables sont en état de concurrence. Il en résulte une réduction assurée du coût des transports ; le rôle des voies navigables, servant ainsi de régulateur des prix, a été bien des fois mis en évidence (citons particulièrement les rapports des ingénieurs américains aux derniers congrès de navigation). Cette concurrence, dont l'effet est si utile dans l'intérêt des producteurs et des consommateurs, n'est pas nécessairement préjudiciable à la voie ferrée qui la subit, car l'augmentation des échanges provoqués par la coexistence des deux modes de transport peut dépasser de beaucoup le tonnage pris par la batellerie ; le surplus va alors au chemin de fer en quantité plus que suffisante pour lui permettre de compenser l'abaissement des tarifs. Que l'on voie, par exemple, ce qui passe en France dans la région du Nord, où la concurrence est très active, et dans celle de Cette à Bordeaux, où des circonstances spéciales l'ont réduite à rien (fig. 2, page 823, et fig. 3, page 825).

Il est donc permis — toute question de commodité des exploitants mise à part — de regretter l'hostilité du chemin de fer contre le canal ; en France cette hostilité va, autant dire, jusqu'à empêcher l'échange des marchandises entre le bateau et le wagon. Les pays (il y en a) où, au contraire, cet échange est facilité, nous semblent mieux comprendre leurs véritables intérêts.

L'expérience universelle a démontré que la batellerie ne rend tous les services qu'on en peut attendre, qu'à la condition d'être déchargée de tous droits et péages visant à compenser, dans une mesure quelconque, les frais d'amélioration, d'établissement ou d'entretien des voies[1]. Ces dernières doivent être mises gratuitement à la disposition des bateliers, comme les routes à celle des voituriers, et, par conséquent, payées par le Budget.

L'utilité d'un tel régime apparaît dans ce fait même qu'il est pratiqué aussi bien là où l'État exploite les chemins de fer (comme en Allemagne) que là où il leur donne une garantie d'intérêt (comme en France), ou enfin les subventionne de façon plus indirecte (comme en Amérique.)

On a émis l'avis que la subvention ainsi donnée à la navigation pourrait être, à moindres frais, appliquée aux chemins de fer, pour leur permettre d'exécuter les transports de matières de peu de valeur au-dessous de leur prix de revient. Ainsi, la batellerie deviendrait inutile. Ce système aboutirait, en somme, à une taxation administrative du prix de certains transports ; il ne nous paraît pas soutenable que l'effet utile d'un pareil régime puisse être comparable à celui de la concurrence.

Puisque les chemins de fer et la navigation sont l'un et l'autre partout subventionnés, et puisqu'ainsi la concurrence qu'ils se font dérive d'un point de départ où il se place quelque chose d'arbitraire, il importe seulement que l'intervention de l'État dans les deux cas soit mesurée avec beaucoup de sagesse.

Les dépenses faites par le budget pour rendre possible l'utilisation des transports par eau, ont

[1] En France, le produit net des droits de navigation était d'environ 3.000.000 francs, soit une somme insignifiante eu égard au coût du réseau. Depuis la suppression de ces droits, le matériel de la marine a augmenté d'un tiers.

donc, en fin de compte, pour effet des réductions très sensibles sur les prix généraux des transports. C'est là leur justification et c'est par là que les voies navigables conservent, à côté des chemins de fer, une importance de premier ordre. L'avantage ainsi obtenu se trouve, en fait, parfois supprimé par l'application de tarifs douaniers plus ou moins prohibitifs, et l'on peut soutenir qu'il y aurait une véritable incohérence économique à dépenser d'une part beaucoup pour rendre les transports économiques, tout en faisant par ailleurs renchérir artificiellement le prix des marchandises. Mais il nous paraît inévitable qu'un jour ou l'autre on acceptera partout les conséquences de la véritable révolution qu'a produite dans l'industrie des transports l'invention de la machine à vapeur; s'il en est ainsi, pour le présent souvent, pour l'avenir toujours, chaque pays se doit de s'assurer des moyens d'action qui ne soient pas inférieurs à ceux de ses voisins; il reste donc intéressant d'étudier l'état actuel de la navigation intérieure et les améliorations dont on peut, dès maintenant, apercevoir l'utilité ou la possibilité. C'est à quoi vise la présente étude.

Fig. 1. — *Carte des voies navigables de la France (canaux, rivières navigables, rivières flottables).*

I. — Réseau navigable français.

§ 1. Composition du réseau.

La carte de la figure 1 montre l'ensemble du réseau de voies navigables existant actuellement en France, lesquelles voies se répartissent en :

1.012 kilomètres de rivières flottables;

6.963 kilomètres de rivières navigables;

4.865 kilomètres de canaux [1].

La seule inspection de la carte provoque, tout d'abord, les remarques suivantes :

1° Le réseau est établi de façon à assurer le plus possible les communications entre les bassins des différents fleuves du territoire, — le bassin de la Garonne, seul, étant relativement isolé, mais conservant, cependant, une communication possible avec celui du Rhône;

2° Les communications sont largement assurées entre les bassins de la Seine et du Rhône et celui du Rhin (Belgique, Hollande et pays du Rhin);

3° La circulation sur un parcours un peu étendu oblige inévitablement à emprunter les canaux sur une grande longueur. Donc, en dehors des types affectés par exception à un service spécial, les bateaux doivent être établis de façon à pouvoir naviguer sur les canaux et sur les rivières.

Ce dernier point est particulièrement important : s'il en résulte, en effet, une condition à réaliser par les bateaux, il en résulte une autre à réaliser par les canaux : ceux-ci doivent présenter, au point de vue du tirant d'eau et des dimensions des ouvrages d'art, une uniformité aussi complète que possible, puisque, pour un parcours donné, c'est sur les cotes des plus petits de ces ouvrages que devra se régler la capacité des embarcations, et puisque, d'autre part, la constitution du réseau est telle qu'il est souhaitable qu'un même bateau puisse voyager partout.

§ 2. — Canaux. Dimensions des ouvrages d'art.

Le réseau actuel étant complété au moyen de jonctions établies entre des canaux dont plusieurs, déjà très anciens, ont été construits à des époques variables, l'uniformité nécessaire n'existait pas. L'Administration des Travaux publics a entrepris les réfections nécessaires pour arriver à la réaliser, et, actuellement, au moins sur toutes les voies importantes, les bateaux peuvent ou sont à la veille de pouvoir circuler avec une longueur de 38 mètres, une largeur de 5 mètres, un enfoncement de $1^{m},80$. Ce sont les dimensions de la péniche flamande, que l'on peut considérer comme le type des embarcations affectées en France à la navigation intérieure ; elles correspondent, pour ce bateau, à un chargement de 280 à 300 tonnes [1].

§ 3. — Rivières. Dimensions des écluses. Mouillage.

Les rivières, selon ce qu'est leur régime naturel, sont, ou canalisées — comme, par exemple, la Seine, l'Oise, la Saône, — ou régularisées, comme le Rhône.

Dans le premier cas, il y a naturellement une écluse accolée à chaque barrage. Cette écluse devrait avoir au minimum les mêmes dimensions que celles des canaux ; il vaut mieux, — et c'est à quoi l'Administration s'est partout attachée, — leur en donner de beaucoup plus grandes. Cela correspond, comme nous le verrons, à l'une des exigences du système de traction qui est pratiqué sur les rivières, et c'est relativement facile à obtenir sans dépenses exagérées, parce que, pour une même distance, les écluses sont bien plus rares sur une rivière que sur un canal, et parce que, l'alimentation en eau ne coûtant rien, ce qu'il en faut perdre, au cas où le sas n'est pas plein lors d'une manœuvre, n'a aucune importance. Les écluses de la Seine, à l'aval de Paris, ont 151 mètres de long, sur 17 de large ($11^{m},80$ aux portes) avec un mouillage de $3^{m},20$ [2].

A l'amont de Paris, où le mouillage est de 2 mètres jusqu'à Corbeil et de $1^{m},80$ au-dessus, les écluses ont 172 mètres de long sur $11^{m},80$ de large. Sur l'Yonne (mouillage normal, $1^{m}.60$) elles ont 93 mètres sur $8^{m},30$. Sur la Saône, de Lyon jusqu'à Saint-Jean de Losne (mouillage 2 mètres), elles ont 150 mètres sur 14, et 39,50 sur 14,50 pour les cinq dernières. Sur l'Oise (mouillage 2 mètres) les anciennes écluses, qui ne donnaient passage qu'à un seul bateau à la fois, sont en réfection actuellement et à la veille d'être complètement remplacées par des ouvrages nouveaux qui permettront d'écluser 6 bateaux en même temps. Sur la Marne (mouillage $2^{m},20$) les écluses sont encore petites, 45 mètres sur $7^{m},80$. Il en est de même sur l'Escaut, où les écluses ont les dimensions des

[1] Dans ces chiffres sont compris 43 kilomètres de canaux maritimes et 858 kilomètres de voies concédées, dont 68 de rivières et 790 de canaux. N'y sont pas compris 3.893 kilomètres de rivières classées, mais, en pratique, non fréquentées par la batellerie fluviale.

[1] Il reste bien quelques exceptions : parmi les plus importantes, nous citerons le *canal du Midi* et le *canal latéral à la Garonne* (dimensions minima des écluses $5^{m},74$—$30^{m},65$—2^{m}), et le canal de Nantes à Brest ($4^{m},50$—26^{m}—$1^{m},60$). Mais le premier, outre qu'il n'est que médiocrement relié au réseau, est presque inutilisé par le fait de sa concession à la Compagnie des Chemins de fer du Midi et le second peut être considéré comme isolé en raison des difficultés que présente la navigation en Loire. Les voies de Paris à Lyon par la Bourgogne et par les canaux du centre constituent une exception besaucoup plus importante ; mais les travaux de rectification sont en cours d'exécution.

[2] Sauf celle de Bougival qui est beaucoup plus grande (230 mètres) à cause des très longs convois de touage qui s'y présentent assez fréquemment.

écluses de canal ordinaires; mais l'Escaut, dans sa partie française au moins, rentre dans la catégorie de certains petits cours d'eau, tels que la Deule, la Scarpe..., qui, à la suite de travaux dont ils ont été l'objet, sont devenus de véritables canaux.

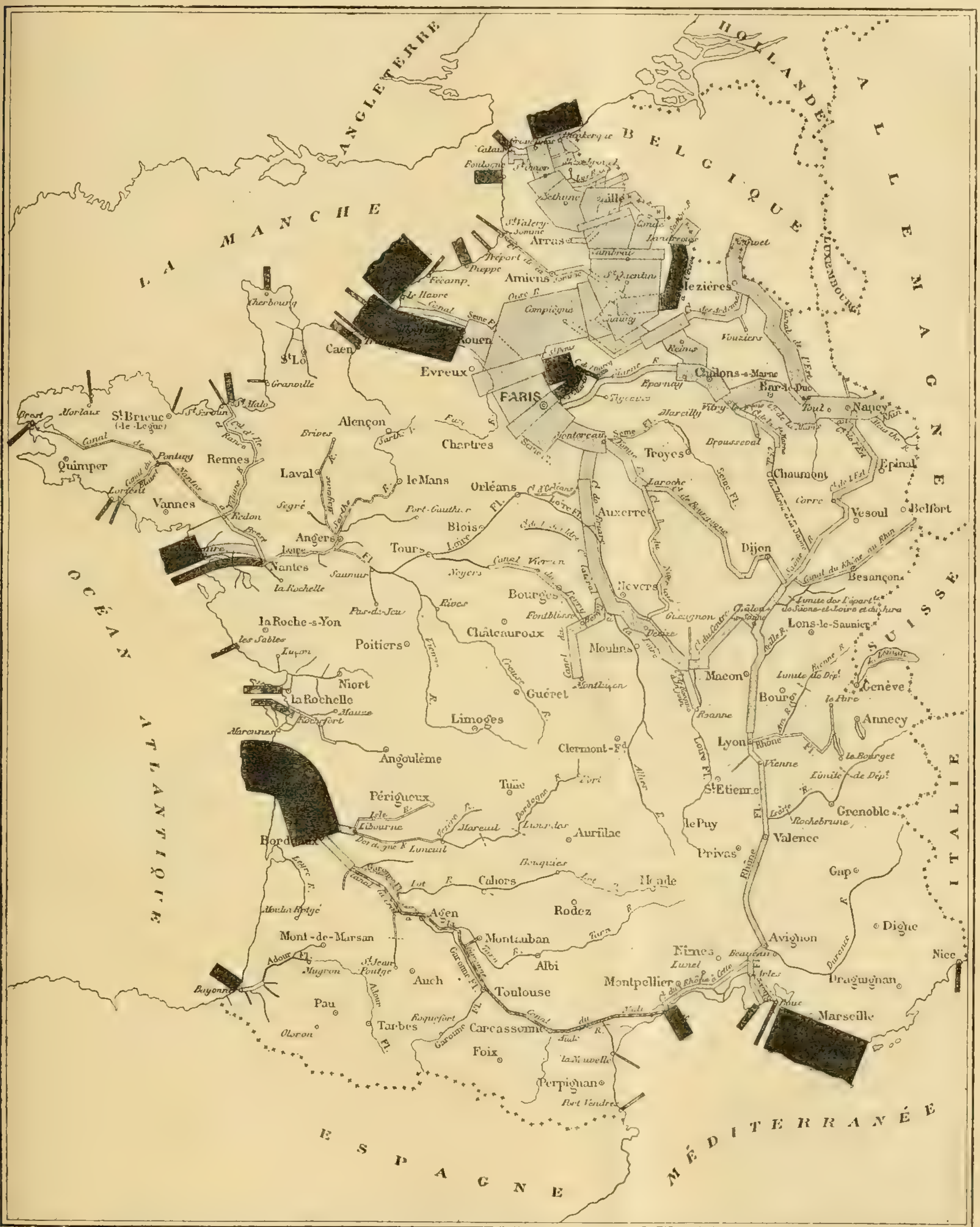


Fig. 2. — *Carte montrant le tonnage des voies navigables et des ports.*

Rivières et canaux. La largeur des bandes représente le tonnage en 1895. (1/3 de mm. = 100.000 tonnes.)

Ports. La largeur des bandes représente le tonnage en 1892. (1/3 de mm. = 100.000 tonnes.)

La dimension des écluses n'est pas seule à con-

sidérer pour qu'un même bateau puisse naviguer sur les canaux et sur les rivières, dont l'ensemble constitue le réseau navigable : il faut, en outre, que le tirant d'eau possible reste le même, et les quelques chiffres rapportés ci-dessus montrent que c'est bien là ce qu'on s'est efforcé d'obtenir par la canalisation des rivières. Là où les résultats de cette opération auraient été insuffisants, on a créé des canaux latéraux (canal latéral à l'Oise, à l'Aisne, à la Marne, à la Loire, à la Garonne). Pour le Rhône, dont le régime est tel que la canalisation du lit serait impraticable, on a eu recours à la régularisation, au lieu de créer un canal latéral, dont le coût aurait été bien plus élevé. Les travaux ne sont achevés que depuis peu, si même on peut considérer qu'ils le soient tout à fait, et, au point de vue qui nous occupe, les résultats acquis sont très considérables, puisque le mouillage minimum est maintenant de $1^m,25$ aux basses eaux. En 1878. il était de $0^m,40$, et il est permis d'espérer que l'amélioration déjà obtenue s'accentuera encore par la suite, et que la profondeur d'eau se rapprochera davantage du mouillage moyen du reste du réseau. L'importance de cette voie, du reste, le jour où les difficultés actuelles de la navigation y auront été surmontées, sera suffisante pour justifier l'existence d'un matériel qui lui soit spécial, en même temps qu'un léger accroissement de la profondeur du lit actuel permettra au matériel courant d'y circuler pendant une grande partie de l'année, et pendant presque toute l'année avec un chargement un peu réduit.

Il est, en effet, à noter que, en outre de la circulation générale, certaines voies ou parties de voies peuvent avoir un trafic spécial assez important pour justifier, comme matériel ou comme travaux, une organisation exceptionnelle par rapport au reste du réseau. C'est, par exemple, le cas de la partie de Seine à l'aval de Paris, où le tirant d'eau minimum est aujourd'hui de $3^m,20$, et qui peut ainsi recevoir des embarcations de dimensions plus grandes que celles qui circulent sur les autres rivières ou canaux. Cela s'explique entre Paris d'une part, Rouen et le Havre de l'autre : il en pourra être de même sur le Rhône entre des villes de l'importance de Lyon et de Marseille.

Sur la Seine, l'effet des travaux qui en ont fait ainsi une voie de premier ordre, un véritable modèle en son genre, a été des plus sensibles, puisque le transport des marchandises entre Rouen et Paris, y compris les provenances de l'Oise, qui était de 710.000 tonnes en 1857 (date de l'achèvement des travaux qui ont porté le tirant d'eau à $1^m,60$), s'est élevé à 815.000 tonnes en 1868 (tirant d'eau $1^m,80$), puis à 910 000 tonnes en 1880 (tirant d'eau de 2 mètres), à 1.348.000 tonnes en 1886 (achèvement des travaux qui ont porté le tirant d'eau à $3^m,20$) et à plus de 3.000.000 de tonnes en 1893.

§ 4. — Effets de la canalisation ou de la régularisation d'une rivière.

La canalisation d'une rivière, en permettant d'augmenter son tirant d'eau pendant les périodes où il serait naturellement insuffisant, accroît en même temps sa section et provoque une diminution correspondante de la vitesse du courant.

L'effet est d'autant plus sensible que l'écart est plus grand entre le régime naturel et le régime corrigé. Sur la Seine, par exemple, pendant les mois d'été, l'eau est presque stagnante. Aux époques de pluies cependant, et pendant des périodes parfois longues, l'afflux d'eau est suffisant pour donner de lui-même la profondeur voulue ; il faut alors ouvrir les barrages, partiellement d'abord, entièrement à d'autres moments, et rendre la rivière à son état naturel.

Il est donc à remarquer que l'un des effets de la canalisation (cela a beaucoup d'importance au point de vue de l'organisation des services de traction) est d'exagérer les différences de régime d'une rivière aux diverses périodes de l'année, en ce qui concerne la rapidité de son courant.

Par contre, la régularisation d'une rivière tend à uniformiser la section du lit, à faire disparaître les seuils peu profonds, et, sans modifier à aucun moment son débit, a pour résultat d'uniformiser la valeur du courant aux différents points du parcours et de réaliser une vitesse moyenne entre celles qui existent à l'état naturel d'une part sur les hauts fonds, d'autre part au-dessus des parties très profondes, à atténuer par conséquent les différences qui correspondent à l'état naturel.

§ 5. — Répartition du trafic sur l'ensemble du réseau.

Les différentes parties du réseau navigable sont, au point de vue de la valeur du trafic, d'importance très inégale. Aucun tableau de chiffres n'en rendrait compte d'une façon aussi parlante que la carte de la figure 2, qui représente le tonnage des voies diverses pour l'année 1893. Le tableau I (page 826) indique la façon dont se décompose, par rivières, canaux et ports, le tonnage représenté sur cette carte.

Il ne sera pas sans intérêt de rapprocher de la précédente la carte de la figure 3, qui donne à la même échelle les mêmes renseignements pour l'ensemble des voies ferrées françaises (année 1891). Le tableau II (page 826) indique la façon dont se décompose, par compagnie, le tonnage représenté sur cette carte.

La comparaison des cartes 2 et 3 montre, tout

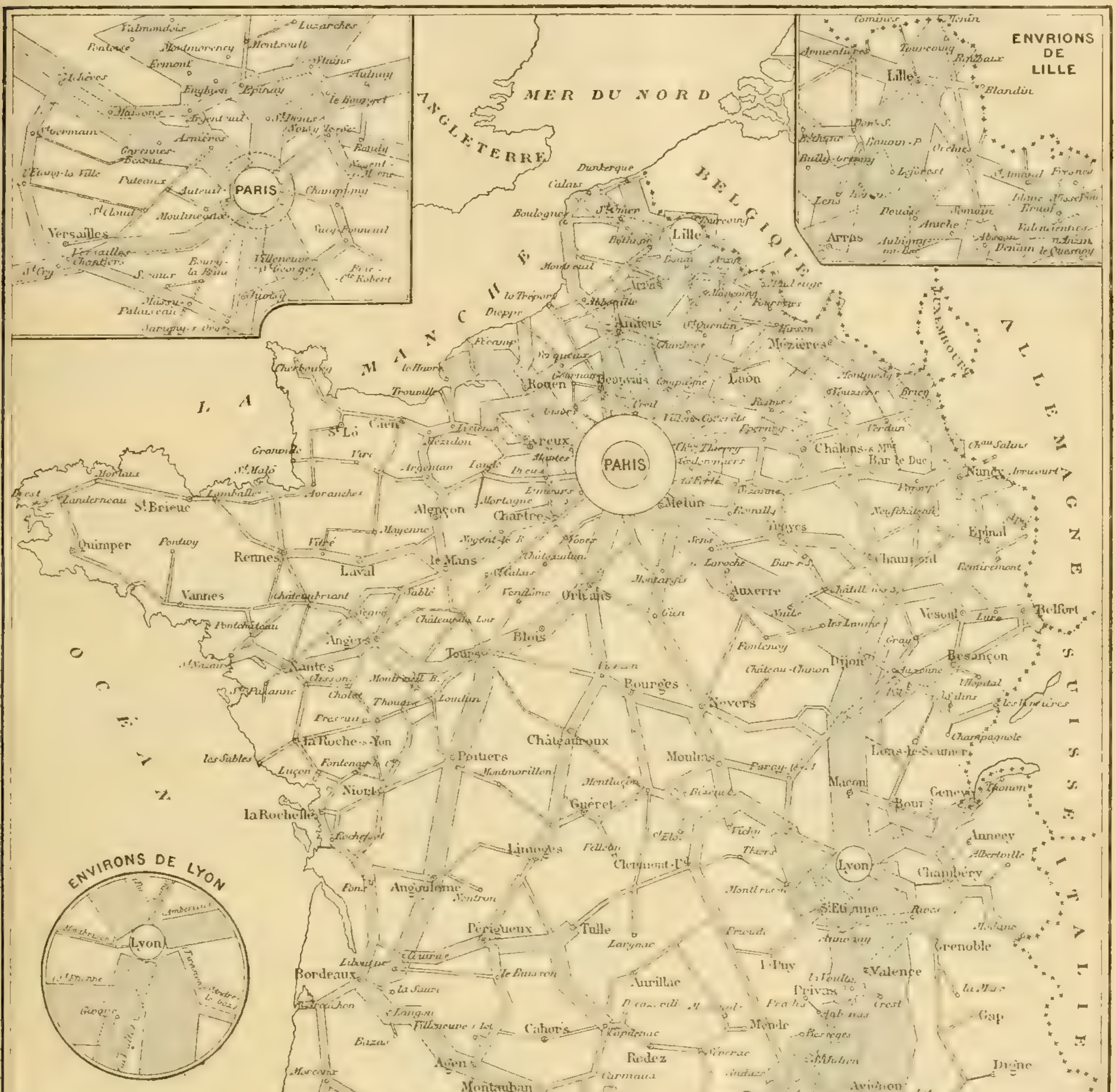


Fig. 3. — *Carte montrant le tonnage des chemins de fer français en 1891.* — La largeur des bandes couvertes de hachures représente, à l'échelle de $^1/_3$ de millimètre par 100.000 tonnes, le tonnage des marchandises à petite vitesse transportées sur chaque ligne ou sur chaque section de ligne dans chaque sens, c'est-à-dire le tonnage moyen ramené à la longueur totale de cette ligne, ou de cette section.

d'abord, quelle est la part relative considérable de la navigation dans l'ensemble des transports. A considérer la région au nord et au nord-est de Paris, elle fait bien voir que le trafic pris par la voie navigable ne diminue pas celui qui va au chemin

de fer. Elle fait voir encore comment l'intervention de la Compagnie du chemin de fer concession-

L'examen de la carte du trafic des voies navigables (fig. 2) appelle encore quelques autres réflexions.

Tableau I. — Tonnage des diverses voies navigables et des ports.

DÉSIGNATIONS DES VOIES	LONGUEUR	TONNAGE	
		EN TONNES KILOMÉTRIQUES	EN TONNES EFFECTIVES
Rivières administrées par l'État	7.508	10.681.025	1.538.742.116
Canaux	4.015	13.074.849	1.944.182.362
Rivières et canaux concédés	800	1.745.456	126.728.640
Totaux et moyennes	12.323	25.504.330	3.603.653.088
Ports et embouchures maritimes (1890)		24.383.219	

naire de l'exploitation du Canal du Midi, a réduit à rien l'efficacité de cette voie dans une région dont

On reste frappé de voir la région desservie par la Loire absolument blanche. La cause en est dans

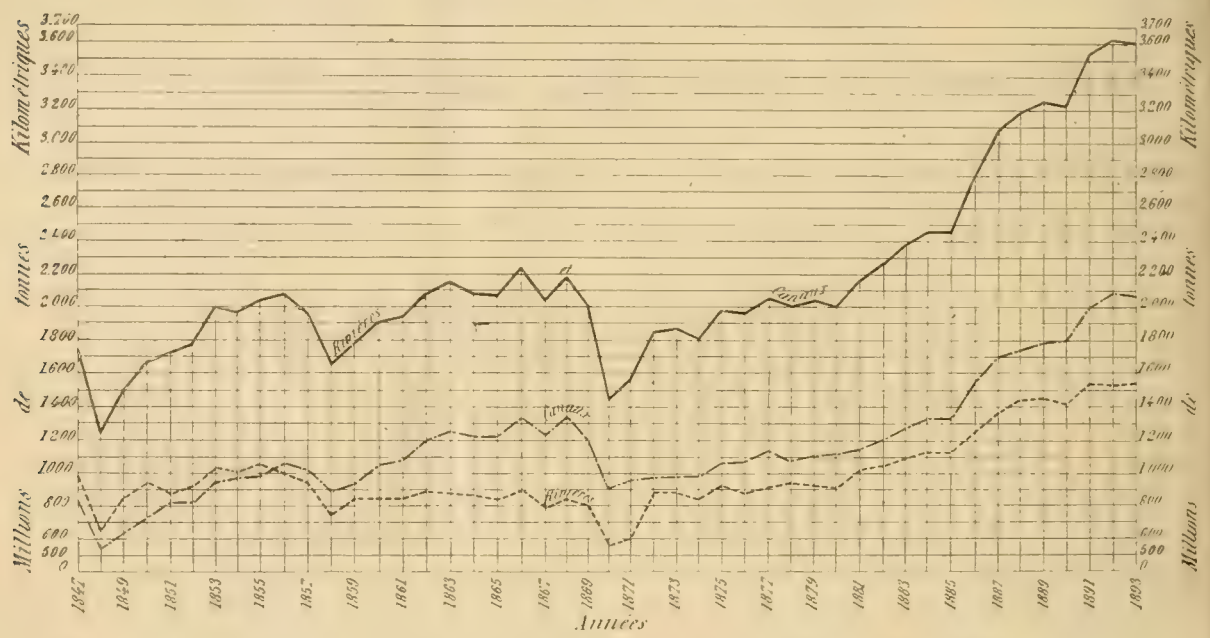


Fig. 4. — *Graphique montrant la fréquentation des voies navigables en France de 1847 à 1893.* — Le tonnage a été ramené au parcours d'un kilomètre.

il semble que la situation, entre deux mers importantes, eût pu lui valoir une plus grande im-

l'impossibilité absolue, en l'état actuel, de la navigation de la Loire. Il semble que ce fleuve doive

Tableau II. — Tonnage des divers réseaux de voies ferrées.

DÉSIGNATIONS DES COMPAGNIES	LONGUEUR MOYENNE EXPLOITÉE	TONNAGE P. V.	
		RAMENÉ AU PARCOURS DE 1 KILOMÈTRE	RAMENÉ A LA DISTANCE ENTIERE
Nord	3.096	2.433.660.204	676.768
Est	4.447	1.631.685.868	367.745
Ouest	4.780	1.064.805.150	222.343
Orléans	6.214	1.643.706.460	264.515
P.-L.-M.	8.448	4.172.479.910	493.900
Midi	3.010	862.796.084	286.643
Est	2.663	352.206.279	132.259
Compagnies secondaires	924	133.093.857	144.040
Ensemble	34.578	12.294.423.812	362.902

portance au point de vue commercial et industriel[1].

[1] Il suffira de citer un exemple. Dans une étude sur la navigation entre le bassin de Decazeville et Bordeaux par le Lot

être très difficile à maitriser : si la difficulté est

et la Garonne, nous avons trouvé l'indication suivante : Il n'y a pas à tenir compte du trafic à la remonte. A la descente, en effet, la *Batellerie*, après avoir quitté le Lot, suivra la Garonne,

effectivement trop grande, il est vraisemblable que l'on sera, quelque jour, conduit à recourir au moyen radical d'un canal latéral.

Le Rhône est moins effacé que la Loire; son importance, cependant, est bien loin de celle que devrait lui assurer sa position géographique, la vallée de ce fleuve, continuée par celles de la Saône et du Doubs, offrant la seule coupure par où il puisse s'établir des communications faciles entre le bassin de la Méditerranée et tous les pays du centre de l'Europe, au nord de la grande chaîne des Alpes. La cause en est dans les difficultés encore insurmontées qui résultent pour le remorquage de l'extrême rapidité du courant de ses eaux; que la navigation puisse un jour s'y établir, il est malaisé de mesurer la grandeur du trafic qui pourra suivre cette voie et au moins douteux qu'il en doive résulter un préjudice pour les lignes ferrées parallèles au fleuve.

Nous compléterons les renseignements qui précèdent, en donnant, sous forme graphique (fig. 4), le résumé des variations de la fréquentation des voies navigables françaises de 1847 à 1893 (fig. 4).

C'est encore sous forme graphique qu'il nous paraît le plus facile d'indiquer quelles sont les espèces de marchandises qui se transportent par eau et quelle est, dans l'ensemble, la part proportionnelle de chacune. C'est ce que montrent — pour les combustibles minéraux, les matériaux de construction, les bois, les produits de l'industrie métallurgique, les produits agricoles et les denrées alimentaires — les graphiques de la figure 5.

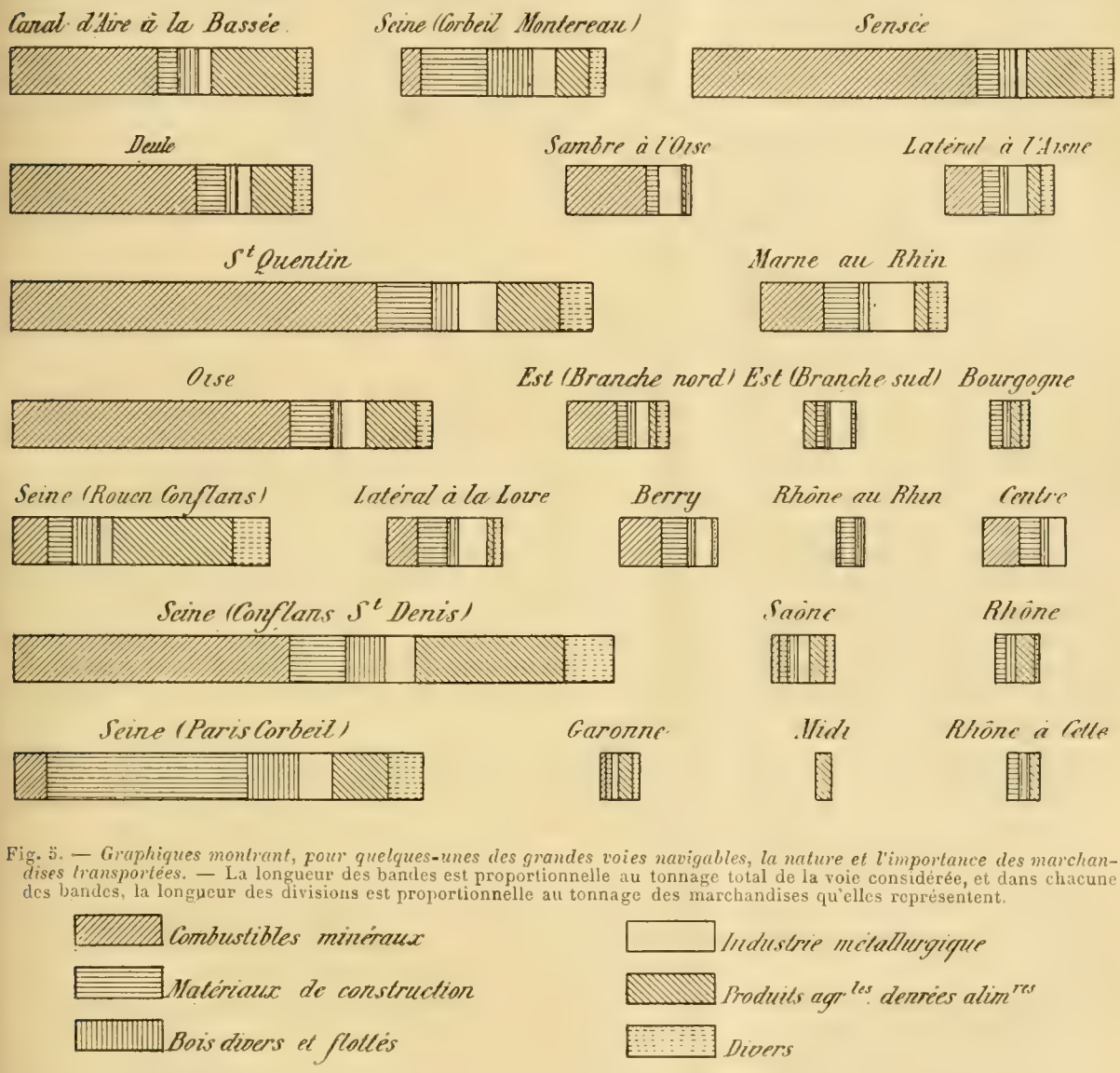


Fig. 5. — *Graphiques montrant, pour quelques-unes des grandes voies navigables, la nature et l'importance des marchandises transportées.* — La longueur des bandes est proportionnelle au tonnage total de la voie considérée, et dans chacune des bandes, la longueur des divisions est proportionnelle au tonnage des marchandises qu'elles représentent.

mais, au retour, elle devra emprunter le canal latéral sur un parcours de 55 kil. (pour un parcours total de 380 kil.), et l'on admettra que le produit du trafic à la remonte servira à acquitter les droits de péage sur le canal latéral!

II. — Matériel de navigation.

§ 1. — Distinction à faire entre le matériel porteur et le matériel moteur.

Dans le matériel de la navigation, le bateau à la fois porteur et moteur est une exception, et, sauf peut-être quelques cas très particuliers, n'est pas recommandable. Il en existe un assez grand nombre; mais il nous paraît probable qu'on en a fait plus qu'on en fera.

La raison d'être des transports par eau est la modicité des prix de fret qu'ils permettent d'obtenir : c'est donc une nécessité pour eux de rechercher tout ce qui peut aider à maintenir ces prix aussi bas que possible. Or, un bateau n'est pas toujours en marche : il est arrêté pendant les périodes de chargement et de déchargement, dont la durée ne laisse pas d'être appréciable, étant donnée l'importance du tonnage; il est arrêté pendant les périodes où son propriétaire est à la recherche de marchandises à transporter, il l'est encore par les trop hautes et trop basses eaux [1]. Pendant ces journées d'arrêt, il y a à payer le loyer de la coque; encore faut-il éviter d'avoir à payer le loyer d'un moteur à ce moment inutile, d'autant plus que bien souvent le destinataire trouve commode de conserver, pendant un temps variable, le bateau à son arrivée comme magasin provisoire, — avantage qui disparaîtrait si le loyer journalier devait être trop élevé.

Il faut un homme au moins pour conduire le bateau : s'il y a un moteur, il y a grande probabilité qu'il faudra un autre homme au moins pour le faire marcher, soit encore une dépense de personnel inutilement doublée pendant les arrêts. Sur un réseau comme celui qui existe en France, on peut admettre que, pour un voyage donné, la moitié du parcours se fait en canal, l'autre moitié en rivière : la quantité de travail nécessaire pour la propulsion, est bien loin d'être la même dans l'un et l'autre cas; le bateau qui porte un moteur a donc un appareil mal adapté à la moitié du service qu'il doit faire. En somme le bateau porteur et moteur ressemble beaucoup à ce que serait un convoi de chemin de fer immuablement rivé à sa locomotive.

Il est beaucoup plus rationnel de séparer entièrement ce qui concerne le transport et ce qui concerne la traction, les appareils employés à ce dernier usage pouvant alors être maintenus en marche d'une façon continue ou peu s'en faut, aux conditions, par conséquent, les moins onéreuses. — Il n'y a du reste aucune raison, contrairement à ce qui se passe sur les chemins de fer, pour que le matériel de transport et le matériel de traction appartiennent nécessairement à une même entreprise.

En réalité, en France, la comparaison du tonnage de la navigation à vapeur avec celui de tous les transports fluviaux, montre que la part des bateaux à vapeur porteurs est égale à 2,9 °/₀ du poids total des embarquements, et à 4 °/₀ du tonnage kilométrique de l'ensemble du réseau, le parcours moyen d'une tonne transportée en bateau à vapeur étant plus élevé que celui d'une tonne portée en bateau ordinaire (209 kilomètres au lieu de 141). Ce n'est, on le voit, qu'une très faible proportion, qui est fournie, pour une bonne part, par les bateaux à vapeur du Rhône. Sur ce fleuve, en effet, le remorquage est, jusqu'ici, resté impossible : tout au plus a-t-on réussi à en faire un peu avec les grappins que le récent approfondissement du lit du fleuve fait disparaître, leur fonctionnement devenant trop défectueux avec l'accroissement du tirant d'eau. Quelques transports se font en descente sur des bateaux ordinaires marchant au fil de l'eau, qui ne peuvent revenir qu'à vide. En remonte, ils ne se font que par des porteurs à vapeur, qui peuvent porter 400 à 500 tonnes, et ont 120 et même 135 mètres de long. Ainsi pratiquée, la navigation du Rhône n'a jamais pris une grande importance, ce qui confirme bien ce que nous venons de dire de ce type de bateaux; aussi, en dehors de cette exception et pour les raisons exposées ci-dessus, nous n'insisterons pas davantage sur ce qui les concerne.

La question des procédés de traction, fort importante, mérite un chapitre spécial : nous nous occuperons, tout d'abord, du matériel porteur.

§ 2. — Types divers d'embarcations.

Ce matériel, en France, comprend un très grand nombre de types d'embarcations dont la forme et le nom varient avec les diverses régions. C'est un peu le chaos, un chaos dans lequel l'ordre se fera sans doute assez vite, d'une part à cause de l'unification, très avancée aujourd'hui, des voies, d'autre part grâce aux recherches entreprises récemment pour éclaircir la question fort obscure de l'influence des formes d'un bateau sur la résistance à la traction.

En somme, il n'y aurait pas grand intérêt à dresser une liste des formes et des noms divers de toutes ces embarcations. En dehors des gabarres, des allèges et des petits chalands qui fréquentent les embouchures maritimes, les divers bateaux de rivières ou de canaux, sous des dénominations

[1] On peut considérer que, actuellement en France, un bateau faisant du Nord à Paris 5 voyages est arrêté par chargement et déchargement pendant 5 fois 25 jours ou 125 jours; qu'il est encore arrêté par les glaces et brumes pendant..... 30 jours
et par le chômage occasionné pour entretien des canaux..... 30 jours
Soit en tout..... 185 jours

variées, se peuvent grouper autour d'un assez petit nombre de types :

1° — La *péniche flamande*, dont on peut dire, en raison sans doute de l'importance considérable de la navigation sur les voies du Nord, où elle abonde, que c'est actuellement en France le type des bateaux de canal ;

2° — La *flûte* et la *toue* ;

3° — Le grand *chaland*, qui, lui, est un bateau de rivière, ses dimensions lui interdisant le canal.

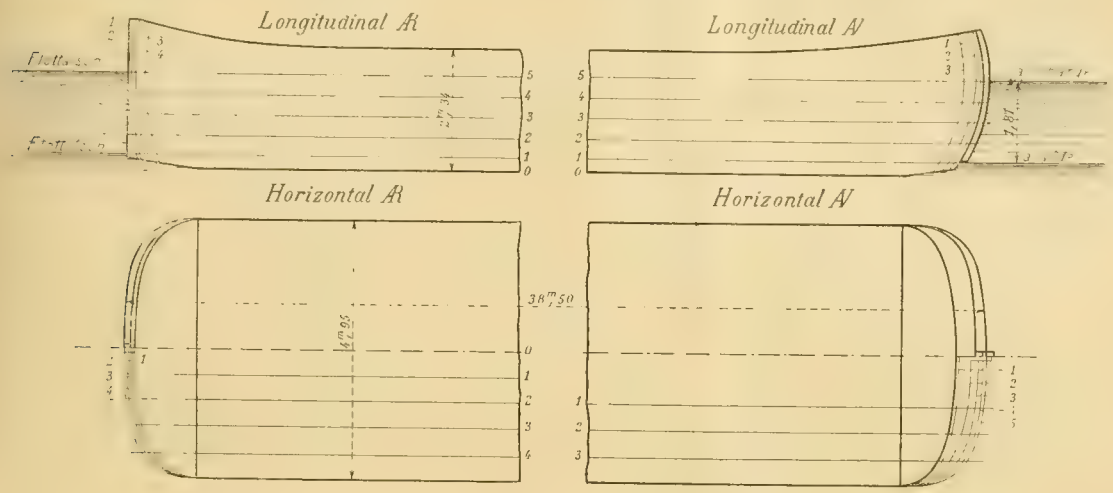


Fig. 6. — *Plan et coupe d'une péniche.*

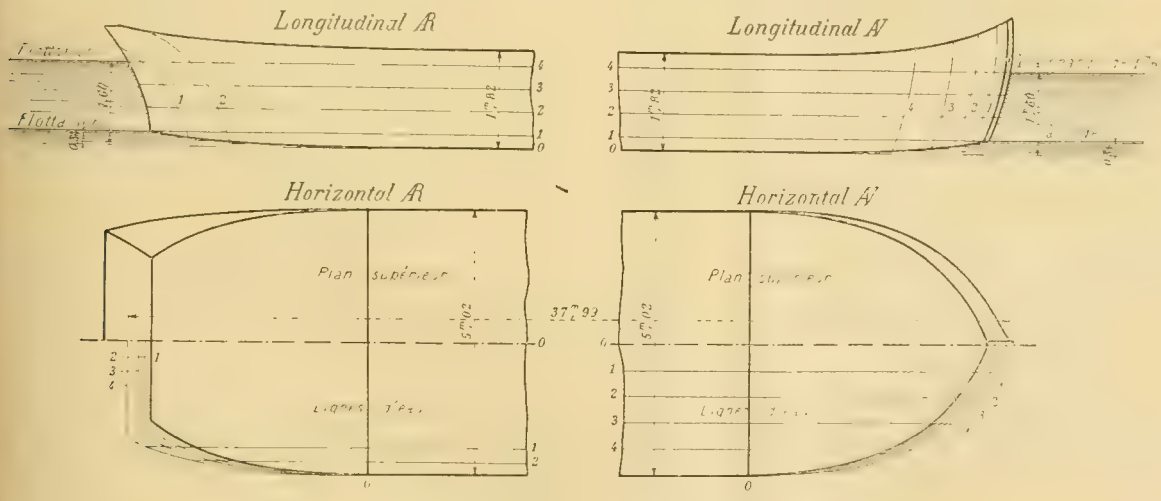


Fig. 7. — *Plan et coupe d'une flûte.*

1. *Péniches.* — La péniche, dont la figure 6 indique l'aspect général, n'a de formes ni à l'avant ni à l'arrière, où elle se termine par des faces planes avec à peine un arrondi sur les angles. Son coefficient de déplacement ou d'affinement (quotient de son déplacement par le volume du parallélipipède rectangle circonscrit à la partie immergée) est de 99 °/₀.

Ses dimensions se règlent sur celles des écluses ; elle les remplit en tous sens avec un jeu insignifiant, ce qui lui permet de prendre le chargement maximum compatible avec la grandeur de ces ouvrages. Du moment où on a porté uniformément les dimensions des écluses à 38m,50, les péniches, dont beaucoup n'avaient autrefois que 34 mètres, se sont allongées à 38 mètres. Elles ont 5 mètres de largeur, et peuvent porter à la rigueur 350 tonnes ; à l'enfoncement de 1m 80, qui est celui qui correspond à la marche en canal, elles en portent en moyenne 290. On les construit en bois ou en fer ; ces dernières sont encore très rares.

Les péniches sont extrêmement abondantes sur les réseaux du Nord et de l'Est ; elles voyagent en canal, en rivière et peuvent fort bien circuler en Seine même par les plus hautes eaux. Fussent-elles assez solidement construites, il serait dangereux de les faire naviguer sur des fleuves difficiles à grand courant, comme le Rhône.

2. *Flûtes et toues.* — Les flûtes et les toues se rencontrent surtout sur la Seine, l'Yonne, la Saône et les canaux du Centre. Elles circulent également en canal ou en rivière ; leurs formes, meilleures à ce point de vue que celles de la péniche, leur permettraient mieux de naviguer dans des courants rapides. Ces formes sont indiquées sur les figures 7 et 8.

La flûte a un coefficient de déplacement de 95 à 96 °/₀ et la toue d'environ 97 °/₀.

Tous ces bateaux se construisent en bois, avec des longueurs assez variables : pour les plus grandes dimensions (la largeur restant de 5 mètres), des flûtes de 34 à 38 mètres jaugent de 250 à 300 tonneaux et des toues de 30 mètres, 200 tonneaux.

Les petits bateaux dits Berrichons, encore très nombreux sur les canaux du Centre, qui portent de 60 à 75 tonnes avec 27 à 30 mètres de long et 2,50 à 2,60 de large, sont de formes analogues aux toues et en diffèrent surtout par le rapport de la largeur à la longueur (2,5/30 au lieu de 5/30). Cela en fait des bateaux peu stables qui, pour naviguer en rivière, doivent s'accoter deux à deux.

Au surplus, les embarcations des diverses régions, — calonnes de la Saône, sapines et coutrillons de la région de la Garonne, balandres de la Vienne, bateaux nantais de la Loire, — se rapprochent tous, plus ou moins, de l'une ou l'autre de ces deux formes.

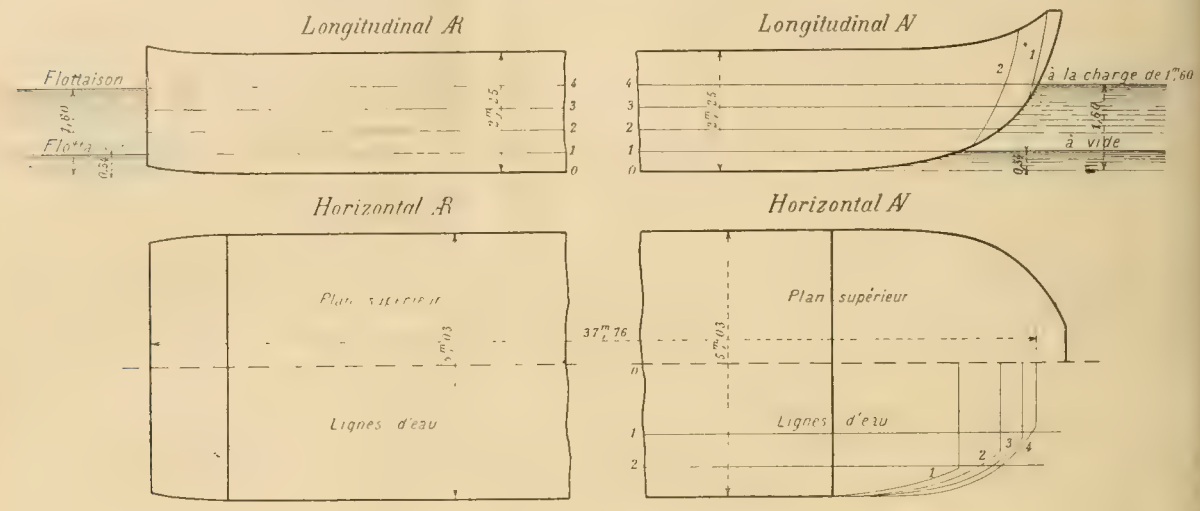


Fig. 8. — *Plan et coupe d'une toue.*

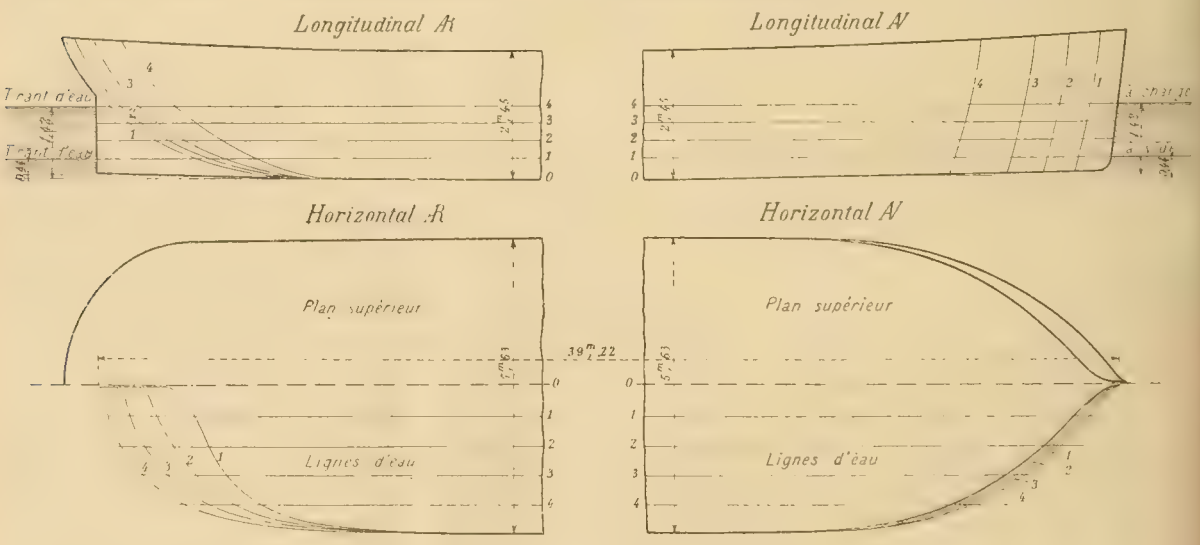


Fig. 9. — *Plan et coupe d'un chaland.*

3. *Chalands.* — Les chalands, qui se sont surtout développés sur la Seine depuis l'achèvement des travaux de canalisation de ce fleuve, sont des bateaux beaucoup plus grands, à qui leur largeur tout au moins interdit l'accès des canaux. La figure 9 indique l'aspect de ce type de bateau, à formes beaucoup plus accentuées que les précédents, tant à l'avant qu'à l'arrière ; aussi le coefficient du

déplacement n'est-il plus que de 90 à 92 %. Ils se construisent en bois ou en fer, sont toujours très larges : avec 40 à 50 mètres de longueur, sur 8 de largeur, ils portent de 500 à 600 tonnes. On en fait actuellement pouvant en porter 1.000.

Outre ces bateaux, nous signalerons encore une embarcation assez répandue, mais utilisée surtout pour de petits transports à faibles distances : c'est le margotat, qui a une largeur partout la même et dont la forme à l'avant et à l'arrière se relève suivant des plans inclinés.

Assez rarement on rencontre, dans les régions du Nord et de l'Est, un bateau dit ardennais, caractérisé par ce fait qu'il a l'avant et l'arrière semblables et tous deux en forme d'avant de toue.

Bien plus rarement encore on trouve sur notre réseau un bateau dit bateau prussien, dont l'avant et l'arrière sont en forme de cuillère, dont par conséquent l'étrave et l'étambot sont beaucoup plus couchés que dans le type précédent.

En somme, pour les bateaux ayant à circuler sur l'ensemble du réseau, la grandeur des écluses des canaux restreint leurs dimensions au-dessous de celles qui correspondraient à des chargements très acceptables pour les usages commerciaux actuels. Comme, cependant, de l'importance du chargement dépend la somme totale à laquelle le marinier peut prétendre pour chaque voyage, on s'est efforcé de gagner le plus possible sur le coefficient de déplacement : c'est ainsi que la péniche est arrivée à être le bateau le plus répandu, quoique, à cause de son absence de formes, elle soit évidemment très résistante à la marche.

Sur la Seine, l'importance de la navigation locale pouvait justifier la création de bateaux qui y fussent spécialement affectés. Là il n'y a plus aucun obstacle qui empêche de réaliser les plus gros chargements qui soient pratiquement désirables, ni rien qui, dans les limites ainsi définies, oblige à restreindre les dimensions des embarcations. On en est donc venu tout naturellement à prendre un coefficient de chargement notablement moindre pour avoir un bateau qui, avec des formes déjà dessinées, soit moins lourd à traîner. De là le chaland qui, pour être relativement fin par rapport à la péniche, reste encore assez lourd avec la très grande largeur qui le caractérise.

Il n'y a, en somme, rien, parmi les embarcations employées en France, qui ressemble aux grands bateaux que l'on trouve en Allemagne sur des fleuves comme le Rhin ou l'Elbe, qui sont régularisés et non canalisés et offrent à une batellerie qui — pour une part — ne s'en écarte pas, une voie navigable de très grande longueur sans aucun obstacle, mais à courant très rapide. Les embarcations, qui portent jusqu'à 1.400 tonnes sur le Rhin, sont extrêmement allongées par rapport à leur largeur, jusqu'à 80 mètres sur 10 de large, et de formes très affinées à l'avant et à l'arrière. Il nous paraît bien probable que le jour où l'on réussira à faire couramment du remorquage sur le Rhône, il s'y créera, pour la navigation spéciale au fleuve, des embarcations qui devront se rapprocher plus de ces dernières que des chalands de la Seine.

Ces différents types d'embarcations offrent, à la traction, des résistances variables, surtout en raison de leurs formes ; mais on n'a eu, jusqu'ici, sur la valeur exacte de ces résistances que des données extrêmement vagues et incertaines.

§ 3. — Influence des formes du bateau sur la résistance à la traction. Expériences de M. B. de Mas.

Les expériences, actuellement en cours, récemment entreprises par M. l'ingénieur en chef B. de Mas, vont substituer aux données actuelles des indications positives infiniment précieuses pour le choix et la construction du matériel. Ces expériences ont porté surtout sur les types des bateaux qui, en France, sont aptes à circuler sur les canaux et les rivières ; elles ont été faites à des enfoncements variant de $0^m,50$ à $1^m,80$ et à des vitesses variant de $0^m,25$ à $2^m,50$. Nous ne pouvons, ici, que les résumer rapidement. Elles ont permis de constater :

1° Qu'il y a tout avantage à ce que la surface mouillée soit aussi lisse que possible ;

2° Que, toutes choses égales d'ailleurs, et dans les limites des expériences, la résistance totale est indépendante de la longueur du bateau ;

3° Que les formes du bateau ont une influence considérable. Par exemple, sur la Seine, c'est-à-dire dans un milieu dont la section est extrêmement grande par rapport à celle du bateau, la résistance à la vitesse de 1^m, par mètre carré de section immergée au maître couple, a été trouvée :

Pour les péniches : de 37 à 38 kilogrammes ;

Pour les flûtes : de 19 à 20 kilogrammes ;

Pour les toues : de 15 kilogrammes 1/2.

Pour un margotat, on n'aurait que 11 kilogrammes et pour un chaland en fer de 40 mètres de long, 15 kilogrammes.

Quelques expériences ayant pu être faites avec un bateau du type dit bateau prussien, assez rare sur notre réseau, ont enfin donné un chiffre de 12 kilogrammes 1/2.

Ces chiffres font ressortir nettement l'infériorité, au point de vue de la traction, du type péniche, et, le margotat éliminé, M. B. de Mas a conclu, de l'ensemble des données recueillies, qu'il y aurait tout avantage à adopter, pour les bateaux appelés à naviguer sur un réseau tel que le réseau fran-

çais, un avant et un arrière en forme de cuillère, conforme aux indications du croquis de la figure 10, qui, avec un coefficient de déplacement qui pourrait être même de 90 à 94 °/₀, donnerait un effort de traction qui ne serait guère que le 1/4 de celui d'une péniche.

Les essais dont nous venons de rendre compte, faits en rivière, ont été suivis d'une première série d'épreuves faites en canal, qui, sans rien modifier aux résultats relatifs à l'état des surfaces et à la longueur des bateaux, ont donné comme résistance, à la vitesse de 1ᵐ, par mètre carré de section immergée au maître couple, les chiffres suivants : péniche, 71 kilogrammes ; flûte, 43,5 ; toue, 41,7 ; margotat, 30,30 ; et bateau prussien, 33,7.

sur Paris et n'ont qu'un parcours très réduit en rivière à la remonte, renonceront sans doute difficilement aux 20 tonnes environ de chargement qu'il leur faudrait perdre en remplaçant leur péniche par un bateau en forme de cuillère. Il est possible, il est vrai, que, quand on en sera arrivé à posséder sur ces questions des données certaines, il soit tenu compte de la résistance propre de chaque embarcation dans la fixation des prix de traction. Encore faut-il remarquer que partout où les dimensions des écluses limitent soit la grandeur des bateaux, soit celle des convois, il est fort possible que la perte de recette due à la réduction de tonnage compense et au delà pour l'entrepreneur de traction la diminution de la résistance.

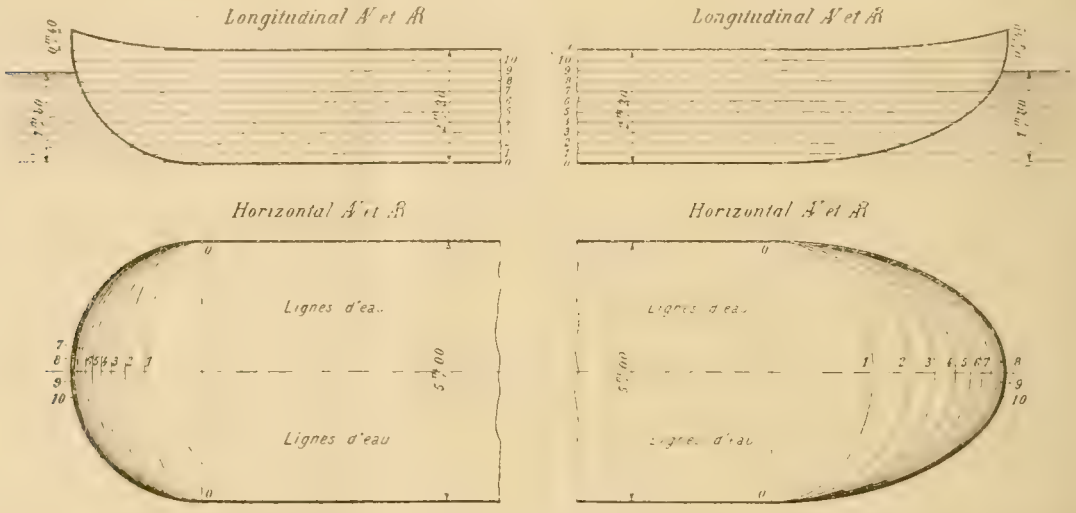


Fig. 10. — *Plan et coupe du bateau proposé par M. de Mas, comme donnant le moins de résistance à la traction.*

L'ordre de classement reste donc le même : la résistance totale est beaucoup plus grande, ce qui n'a rien d'imprévu ; mais le bénéfice des formes est moins important en canal qu'en rivière.

Les expériences se continuent : il est très vraisemblable qu'elles montreront que, plus la section d'un canal est étroite, moins est grand ce bénéfice des formes et que, sans doute, dans les écluses où le bateau fait piston et qui, dans l'organisation des services de traction, représentent les passages difficiles, il disparaîtra presque totalement.

Il n'y en a pas moins là un ensemble de constatations d'un haut intérêt et d'où il sortira vraisemblablement tôt ou tard une unification sinon complète, au moins relative, des types de bateaux employés à la navigation intérieure. Pour ceux qui sont appelés à circuler surtout en rivières, il y aura tout avantage à adopter les formes proposées par M. de Mas ; pour ceux qui circulent surtout en canaux, cela est moins certain. Les mariniers, par exemple, qui font uniquement des transports de charbon de la Belgique et du Nord

§ 4. — Influence de la forme du lit des rivières. Expériences de M. Caméré.

Nous devons signaler encore les expériences, également en cours, entreprises par M. l'ingénieur en chef Caméré, en vue de déterminer les variations de résistance d'un même convoi en divers points de son trajet et de rapprocher ces variations de celles que présente la section du cours d'eau, tant en largeur qu'en profondeur. Il est permis d'espérer que les résultats de ces expériences apporteront aux ingénieurs des données précises sur les travaux de rectification qui peuvent être utiles pour que la capacité de traction d'un remorqueur desservant un long parcours ne se trouve pas restreinte du fait de l'existence d'un petit nombre de passages difficiles.

Dans un prochain article, nous terminerons cette étude en examinant les procédés de traction et la question du personnel et des prix de frêt.

A. de Bovet,
Ingénieur des Mines,
Directeur de la Compagnie de Touage de la basse-Seine et de l'Oise.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA FABRICATION DES EXTRAITS TANNANTS ET LA DÉTERMINATION DE LEUR VALEUR COMMERCIALE. — LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR INJECTÉ AUX HAUTS FOURNEAUX

Depuis quelques années, la tannerie a traversé une série de crises commerciales qui ont eu pour conséquence d'attirer l'attention des tanneurs sur certains avantages économiques que peut leur apporter l'adoption des extraits tannants dans leur fabrication. La production des extraits s'en est ressentie favorablement, non pas que l'emploi des extraits à l'exclusion des écorces soit encore prochain ; on peut cependant juger du chemin déjà parcouru en considérant le très bas prix auquel est tombé l'écorce du chêne en présence des demandes de moins en moins pressées.

Il faut dire aussi que l'industrie des extraits tannants a fait de réels progrès et que les jus tinctoriaux qu'on connaissait jadis sous ce nom, ont fait place à des produits très remarquables au double point de vue de leur origine économique et de leur état définitif ou marchand.

Il n'est pas banal, en effet, de vouloir remplacer, dans une technique séculaire comme celle de la tannerie, le tanin si pur de l'écorce de chêne ou tout au moins si bien approprié au cuir, mais à coût très élevé, par des extractions de bois de chêne ou de châtaignier ; dans celles-ci le tanin à bas prix et de nature identique à celui de l'écorce, il est vrai, se trouve associé à tant de matières diverses que les réactions qu'il donne avec la peau en sont dénaturées ; l'emploi de l'extrait total est en pratique impossible.

Je parle de ces purs jus de bois de chêne ou de châtaignier que, par concentration, on amène à l'état d'extrait et que je nommerai : extraits bruts.

Les extraits pour la tannerie sont fabriqués avec soin et certaines parties de leur préparation empruntent la technique de la sucrerie. Ainsi, les bois sont coupés à la façon des cossettes et sont épuisées par diffusion dans des autoclaves sous une pression très faible.

Les jus bruts ainsi obtenus sont ensuite traités suivant les procédés de chaque fabricant, filtrés au filtre-presse s'il y a lieu, et envoyés à l'évaporation dans des triple-effets construits sur le modèle et les dimensions de ceux de sucrerie, mais à cette différence près qu'ils sont tous en cuivre et bronze au lieu d'être en fer, et travaillent généralement sous un vide plus parfait qu'en sucrerie.

Quelques fabricants décolorent les jus bruts avant concentration soit avec des sels métalliques, soit avec de l'albumine et du bisulfite de soude. Les extraits décolorés avec des sels métalliques tiennent en dissolution l'acide du sel qui a fait la double décomposition : c'est là un inconvénient de cette technique ; un autre est une assez forte perte de tanin dans la formation de la laque métallique. Les extraits décolorés au sulfite de soude et à l'albumine tiennent en dissolution du sulfate de soude et les albuminoïdes non coagulables et ont perdu une grande quantité de tanin dans l'albumine coagulée. Quoi qu'il en soit, ces extraits donnent des cuirs moins colorés que l'extrait brut.

Je laisse de côté intentionnellement dans cet exposé toutes les questions relatives à la fraude dans les extraits, fraude qui consiste parfois à les additionner de certains sels solubles, tels que le sulfate de soude, le sel marin, etc. Je ne parle ici que des produits fabriqués avec conscience, et je considère comme entrant dans cette catégorie de l'honnête fabrication non seulement les extraits bruts si dangereux pour la tannerie, mais aussi les extraits décolorés de toute nature, dans lesquels on retrouve, comme je l'ai dit, soit du sulfate de soude, soit d'autres sels solubles qui s'y trouvent par suite de la technique spéciale employée.

Mais, quelle que soit l'origine des sels contenus dans les extraits, leur présence dans la tannerie peut avoir, suivant les cas, des conséquences plus ou moins graves, mais toujours dangereuses.

Le tanneur a intérêt à employer le plus longtemps possible le même jus initial, qu'il renforce à chaque instant par des additions d'extrait. Cet intérêt s'explique par l'économie qui résulte de l'épuisement aussi complet que possible de ces jus en matières tannantes ; s'il renforce ses jus avec des extraits salins, un moment arrive où les sels se sont accumulés en telle proportion dans les bains, alors que le tanin a été enlevé par les cuirs, que le tanneur est dans l'obligation de rejeter des jus non complètement épuisés en matières tannantes, sous peine d'imprégner ses cuirs de sels hygroscopiques, et ceux-ci auront pour moindre inconvénient de faire « repousser » les cuirs en magasin.

Ainsi donc toute addition saline quelconque et permanente dans l'extrait peut devenir pour le tanneur une source de difficultés. Comment, tout en décolorant les jus, peut-on éviter ces additions dangereuses ?

D'abord la « décoloration » de l'extrait, ou du moins l'opération de ce nom à laquelle on le soumet, est-elle bien dénommée ? Car la différence dans l'intensité de la couleur de l'extrait, à « titre égal en tanin », avant et après l'opération, est peu sensible. La nuance peut virer de ton, mais elle ne disparaît pas ; de telle sorte qu'on se demande quelle est la nature de la couleur si peu visible dans l'extrait et si appréciable sur le cuir qu'on enlève par les décolorants.

D'après M. Edouard Roy, il ne s'agit pas de décoloration dans le sens chimique du mot ; les « décolorants », ou plutôt les précipitants employés, agissent tout simplement en entraînant, avec les premières portions de tanin, une partie des matières basiques terreuses et métalliques tenues en dissolution dans l'extrait et provenant des bois employés et des appareils. Ces matières basiques sont la chaux, la magnésie, le manganèse, le fer et le cuivre. Ce sont elles qui, en se combinant avec le tanin qui se fixe sur la peau, donnent la couleur mauvaise, l'âpreté de la fleur et la rendent cassante.

Par l'emploi des précipitants, qu'on appelle improprement des décolorants dans les fabriques d'extraits, on enlève, comme je l'ai dit, une partie de ces matières basiques par entraînement, mais c'est au détriment de la richesse en tanin, et, quelle que soit la dose de précipitant qu'on emploie, on n'arrive qu'à une atténuation de plus en plus accentuée, il est vrai, de la teneur en matières basiques, mais jamais à en dépouiller totalement l'extrait.

Edouard Roy a démontré d'une façon fort originale le bien fondé de sa manière de voir. Il prend l'extrait brut, l'additionne de ferro-cyanure de potassium en solution aqueuse, et filtre. Le précipité qu'on recueille ne contient pas de « tanin », mais il contient, par contre, toutes les matières basiques qui existaient dans l'extrait ; leur précipitation est complète. Si l'on examine maintenant cet extrait épuré de matières basiques, on le voit de couleur aussi foncée qu'auparavant et de nuance rouge-cerise ; essayé à la peau

sans autre préparation, il donne un cuir jaune clair vif beaucoup plus pâle que ne donne n'importe quel extrait traité par les décolorants, ou dénommés décolorés, et les cuirs fabriqués avec cet extrait n'ont pas la fleur cassante et sont d'une extrême finesse.

Je puis ajouter que M. Edouard Roy a fait une application industrielle fort importante de son procédé d'épuration des extraits, que M. Muntz considère comme un progrès considérable dans l'industrie des extraits tanniques; les extraits de châtaignier obtenus par ce procédé sont comparables par leur action sur la peau au tannin d'écorce de chêne vert extrait à froid.

L'expérience de M. Roy démontre donc à l'évidence que les matières basiques terreuses et métalliques qui accompagnent le tanin dans les extraits sont à considérer dans la pratique au même titre que l'est le sel marin dans le sucre de canne. Elles sont non seulement une cause de perte de tanin dans la tannerie, parce qu'elles fixent une partie de celui-ci au détriment de la peau dans les premiers moments du tannage, mais encore parce qu'elles le fixent d'une façon désastreuse pour la qualité du cuir.

De tout ce qui précède, il résulte donc que la valeur d'un extrait tannique au point de vue de son application en tannerie, ne peut pas être déterminée par le dosage seul des matières tannantes y contenues, car, à cet égard, les extraits bruts seraient peut-être les plus prisés. Je pense qu'il est bon de connaître, au point de vue de la valeur du produit, non seulement sa richesse en matières tannantes, mais qu'il faut également doser et faire entrer comme éléments d'appréciation, importants quelquefois jusqu'au rejet :

1° Les sels alcalins ou alcalino-terreux en dissolution.

2° Les matières basiques terreuses et métalliques[1].

Ferdinand Jean.

On connaît la grande influence que joue, sur la marche des réactions à l'intérieur du haut fourneau et sur le rendement, la température de l'air injecté par les tuyères. Tout appareil, vraiment pratique, destiné à renseigner les métallurgistes sur la valeur et les variations de cette température, est donc susceptible de rendre de grands services. M. G. Braubach vient de décrire à ce sujet, dans *Stahl und Eisen*[2], un calorimètre (fig. 1) qui a donné les meilleurs résultats. Voici, d'après lui, la description de cet appareil.

Un réservoir W, de 30 à 40 litres de capacité, reçoit constamment de l'eau d'un tube *z*; un tube de déversement *u* maintient le niveau constant, de sorte que l'eau, qui s'échappe par les deux tuyaux *a* et *b*, s'écoule avec la même vitesse dans chacun d'eux. On fait passer le tuyau *a* à travers la tuyère; à cet endroit, il est constitué par un petit tube de cuivre *k*, de 8 millimètres de diamètre. Ce dernier est chauffé par le vent de la tuyère, et il communique sa chaleur à l'eau qui le traverse. L'eau ainsi chauffée est conduite au thermomètre à mercure T_I, qui indique le dixième de degré.

Le second tube *b* est conduit directement à un autre thermomètre T_{II}, donnant également le dixième de degré. Ce thermomètre indique donc la température de l'eau avant son passage à travers la tuyère. Les deux courants d'eau coulant continuellement, on peut, à chaque instant, lire la différence de température.

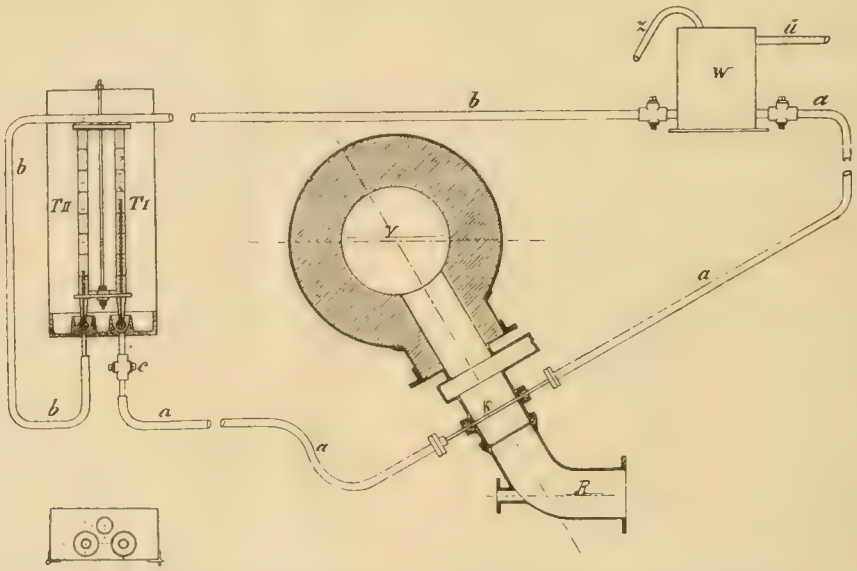


Fig. 1. — *Calorimètre pour mesurer la température de l'air injecté aux tuyères des hauts-fourneaux.* — W, réservoir à eau d'où partent les deux tubes *a* et *b* qui se dirigent respectivement vers les thermomètres T_I et T_{II} en passant, l'un par la tuyère en *k*, l'autre en dehors du haut-fourneau; V, arrivée de l'air chaud; R, tuyère.

Dans une expérience préliminaire, faite avec un pyromètre très exact, on a déterminé combien de degrés de chaleur du vent correspondent à un degré de différence du thermomètre; on obtient généralement un nombre quelconque; mais, en réglant le courant d'eau par le robinet *c*, on peut arriver à obtenir un nombre rond, qui facilitera les calculs. Le mieux est de s'arranger de façon qu'un degré de différence des thermomètres corresponde à 100° de température du vent. Comme les deux thermomètres indiquent le 1/10, on peut estimer 1/20 de 100°, soit 5°, ce qui est bien suffisant pour un métallurgiste. On peut faire le contrôle une fois par jour avec le pyromètre. Il est préférable d'employer toujours de l'eau claire. Si l'on change les embouchures des tuyères, il faut régler à nouveau le calorimètre avec le pyromètre.

Le petit tube de cuivre est à peine attaqué par le vent chaud; il n'est besoin de le retirer qu'une fois tous les six mois pour l'examiner et le changer s'il y a lieu, ce qui se fait en dix minutes.

L'appareil que nous venons de décrire sert, en outre, à suivre et à contrôler le rendement des appareils Cowper. Il peut être construit sur place, et toutes ses parties sont facilement remplaçables.

Ce calorimètre fonctionne continuellement, depuis plus d'une année, aux hauts fourneaux de Concordia, près Bendorf-sur-le-Rhin, et il y a donné les résultats les plus satisfaisants.

A. Roche.

[1] Travail communiqué au récent Congrès de Chimie appliquée.

[2] D'après *Stahl und Eisen*, 16e année, n° 15, p. 572.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Darboux (Gaston), *Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons sur la Théorie générale des Surfaces et les Applications géométriques du Calcul infinitésimal.** *4e partie.* **Déformation infiniment petite et Représentation sphérique** (*2e fascicule*). — *1 vol. in-8° de 96 pages.* (*Prix du volume complet :* 15 fr.) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Le dernier fascicule des *Leçons sur la Théorie des Surfaces* se compose de notes détachées, relatives à différents points traités dans le corps de l'ouvrage. Les trois premières sont dues à la collaboration de MM. Picard, Kœnigs et Cosserat.

M. Picard expose l'application aux équations aux dérivées partielles du second ordre de sa méthode d'approximations successives. Il traite exclusivement le cas des caractéristiques réelles, celui-ci se présentant presque seul en Géométrie. D'ailleurs, la considération, à ce même point de vue, des équations du premier ordre lui fournit des résultats importants, par exemple en ce qui concerne la représentation conforme des surfaces.

C'est aussi aux équations aux dérivées partielles du second ordre qu'est relative la Note III, due à M. Cosserat. L'objet de cette Note est la démonstration d'un théorème de M. Moutard, donnant toutes les équations aux dérivées partielles du second ordre dont l'intégrale générale revêt la forme la plus simple qu'on puisse concevoir, à savoir : celle qui consiste en une relation unique entre les trois variables, deux fonctions arbitraires de quantités distinctes formées explicitement avec les trois variables et les dérivées en nombre limité de ces fonctions arbitraires (les arbitraires n'entrant d'ailleurs sous aucun signe d'intégration).

M. Kœnigs résume dans la Note II son Mémoire couronné par l'Académie des Sciences et où les éléments linéaires sont classés d'après le nombre d'intégrales quadratiques qu'admet l'équation des lignes géodésiques. On rencontre, dans cette question, une très remarquable équation aux différences mêlées dont M. Kœnigs opère l'intégration.

Les titres des Notes de M. Darboux (*Sur la torsion des courbes gauches et sur les courbes à torsion constante ; — Sur les formules d'Euler et sur le déplacement d'un solide invariable ; — Note sur une équation différentielle et sur les surfaces spirales ; — Sur la forme des lignes de courbure dans le voisinage d'un ombilic ; — Sur les lignes asymptotiques et sur les lignes de courbure de la surface des ondes de Fresnel ; — Sur la géométrie Cayleyenne et sur une propriété des surfaces à génératrice circulaire ; — Sur les équations aux dérivées partielles ; — Sur l'équation auxiliaire*) suffisent à indiquer leur objet. Celle qui est relative à *la forme des lignes de courbure dans le voisinage d'un ombilic* est une curieuse application de la théorie des points singuliers des équations différentielles.

Les deux dernières Notes méritent particulièrement d'attirer l'attention. L'une contient l'exposition de la méthode proposée par M. Darboux pour l'intégration de l'équation de Monge et d'Ampère : méthode qui, généralisant celle de Monge, va plus loin que celle-ci et conduit à l'intégration toutes les fois qu'il existe une équation aux dérivées partielles :

$$V = a$$

du n^{eme} ordre, admettant, en commun avec la proposée, une solution contenant une fonction arbitraire. — L'autre introduit une notion qui, aujourd'hui, a pris une place importante dans la science : celle de l'équation linéaire qui définit les solutions d'une équation différentielle ou aux dérivées partielles infiniment voisines d'une solution quelconque donnée. On sait le rôle que joue cette considération dans les travaux de M. Poincaré sur les équations de la Dynamique ; on peut dire qu'elle intervient nécessairement dans l'étude de tout système différentiel. M. Darboux se borne à deux exemples : l'équation des systèmes orthogonaux et l'équation de la déformation des surfaces ; on trouve ainsi, en particulier, toutes les surfaces dont la déformation dépend d'une équation satisfaisant aux conditions de M. Moutard.

J. Hadamard,
Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Tisserand (F.), *Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris.* — **Recueil complémentaire d'exercices sur le Calcul infinitésimal.** *2e édition, augmentée de* **Nouveaux exercices sur les Variables imaginaires**, *par* **M. P. Painlevé**, *Pr adjoint à Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. in-8° de 524 p.* (*Prix : 7 fr. 50.*) *Gauthier-Villars et fils. Paris,* 1896.

Le recueil de M. Tisserand est trop universellement connu et estimé, pour qu'il soit nécessaire d'appeler sur ce livre l'attention des lecteurs de la *Revue*. Je me bornerai donc à indiquer en quoi la seconde édition (1896) diffère de la première (1877). A la seconde partie ont été ajoutés sept numéros relatifs aux intégrales définies, aux équations différentielles, à la transformation de Legendre, etc. A la troisième partie ont été ajoutés treize numéros se rapportant aux trajectoires des systèmes de courbes, à la théorie des surfaces, etc.

Mais l'addition la plus importante est celle d'une quatrième partie, rédigée par M. Painlevé, et contenant, en 85 pages, vingt-sept numéros. Ce sont des exercices fort clairs et fort substantiels, sur plusieurs théories récentes, et d'un ordre d'idées élevé : ramification des fonctions algébriques, rayons de convergence, équations différentielles à points critiques fixes, etc.

Léon Autonne,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

Gouilly (A.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Répétiteur à l'Ecole Centrale.* — **Géométrie descriptive.** *Tome I :* **Point. Ligne droite. Plan.** *Tome II :* **Sphère, Cône et Cylindre de révolution. Sections coniques.** *Tome III :* **Changements de plans de projections. Rotations. Trièdres. Polyèdres.** — *3 vol. in-18* (*164 p. et 86 fig. ; 196 p. et 47 fig. ; 160 p. et 51 fig. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire* (*Prix de chaque volume : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 fr.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1896.

Ce traité de Géométrie descriptive semble bien atteindre le but que poursuivent les publications de l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire*. Sans renoncer à la rigueur scientifique, M. Gouilly a su donner à cet ouvrage un caractère pratique très net. Le tracé des épures est toujours accompagné d'un exposé théorique rédigé avec beaucoup de clarté et de précision. On y trouve toutes les connaissances géométriques et analytiques auxquelles on a recours en Géométrie descriptive.

Les *propriétés projectives* des figures ont bien la place qu'elles méritent dans un pareil traité ; l'auteur leur consacre un chapitre spécial.

Conçu comme je viens de l'indiquer brièvement, cet ouvrage rendra de grands services à de nombreuses catégories de lecteurs.

H. Fehr,
Privat-Docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques.

Pellat (H.). *Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Polarisation et Optique cristalline.** (*Leçons professées à la Sorbonne en* 1895, *rédigées par MM.* Duperray *et* Gallotti, *agrégés de l'Université.*) — 1 *vol. in-8° de* 288 *pages avec* 141 *fig. et* 1 *planche en couleurs.* (*Prix : 12 fr.*) *G. Carré. Paris*, 1896.

« Je n'ai eu d'autre prétention dans ce cours, dit l'au-« teur, que d'exposer, le plus clairement qu'il m'a été « possible, les principales propriétés des ondes, la « polarisation et la double réfraction suivant les idées « de Fresnel. » Nous pouvons être moins réservé et reconnaître que, comme toujours, M. Pellat a été d'une clarté remarquable. On y retrouve la physionomie, la méthode particulière de son enseignement. Toujours il débute par des définitions nettement posées, souligne les hypothèses nécessaires à son objet, et sait faire ressortir dès le début les conditions précises dans lesquelles le problème sera applicable. Puis, loin de songer trop exclusivement à être complet, il se borne aux seules idées utiles pour la démonstration finale, les met en lumière en sacrifiant les détails superflus et marche droit à la conclusion. L'idée directrice reste toujours visible et l'ensemble de la question ressort avec une netteté incisive. La même préoccupation le guide dans le choix des expériences. Il sait se borner à celles qui ont un véritable pouvoir démonstratif et les répète avec une habileté et une ingéniosité reconnues. Aussi ces leçons, reproduction fidèle de son cours, constituent-elles pour la Polarisation et l'Optique cristalline le vrai livre d'étude des candidats à la Licence, vraiment simple sans artifices trompeurs. Je me bornerai à indiquer avec quel soin au début il définit l'onde, montre la distinction entre l'état vibratoire aux divers points de l'onde suivant le mode d'ébranlement, sphère pulsante ou lame vibrante, puis résume les propriétés générales des ondes. Il formule nettement la définition du rayon lumineux dans les milieux anisotropes. A propos du principe d'Huyghens, il rappelle avec quelle réserve on doit l'utiliser. Dans une note à la fin du volume, il revient sur le principe de la superposition des élasticités dans les petits mouvements, principe invoqué implicitement dans le principe d'Huyghens, et y est conduit simplement après l'établissement des axes d'élasticité au moyen de l'ellipsoïde du travail. En terminant, j'exprimerai un léger regret. Dans ce début si net, si bien posé, on désirerait rencontrer une vue plus complète sur l'éther lumineux. On souhaiterait d'y voir rassemblées toutes les propriétés qu'on a été amené progressivement à lui attribuer et aussi quelques mots des idées de Lord Kelvin sur l'ordre de grandeur de sa densité.

Edgard Haudié,
Professeur de Physique au Lycée de Laval.

Varet (Raoul). — **Recherches sur les combinaisons du Mercure.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de* 115 *pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

Jusqu'à présent, pour calculer à partir des éléments la chaleur de formation d'un sel mercuriel, il fallait choisir entre deux nombres assez différents donnés par Thomsen, puis Nernst.

Le peu de concordance de ces expériences rendait très désirable une nouvelle série de mesures fixant et complétant d'une manière définitive les données sur les sels de mercure. C'est cette lacune que M. Varet s'est efforcé de combler dans l'intéressant travail qu'il vient de présenter à la Faculté des Sciences de Paris. Sa thèse peut se diviser en deux parties :

Dans la première, il détermine les chaleurs de formation et de métamorphose des sels les plus importants de mercure. Pour arriver à des résultats pouvant être considérés comme définitifs, M. Varet a déterminé les chaleurs de formation de ces sels par diverses méthodes indépendantes qui, toutes, ont donné des résultats très concordants; comme application, M. Varet montre que les nombres trouvés expliquent l'action décomposante de l'eau sur certains sels de mercure, et, pour le sulfate mercurique, confirment à la fois les théories contraires de MM. Le Chatelier et Ditte. Il y a là une erreur théorique, car il nous semble que, si les résultats thermiques confirment la théorie de M. Le Chatelier, aucune des expériences de l'auteur ne permet d'admettre, comme le veut la théorie de M. Ditte, dans la solution sulfurique de sulfate mercurique, la présence concomitante de sous-sulfate mercurique dissous.

Bien plus, des expériences cryoscopiques récentes de M. Guinchant prouvent que, dans l'action du sulfate mercurique sur l'eau, il ne se forme pas de sous-sulfate dissous en quantité appréciable.

Dans la deuxième partie de sa thèse, M. Varet étudie de nombreux sels doubles et triples formés par le cyanure de mercure et montre comment les valeurs thermiques obtenues expliquent les réactions curieuses du cyanure de mercure dans la statique chimique. Les nombreuses données, déterminées avec une grande précision par l'auteur, feront d'ailleurs consulter ce travail avec fruit, dans toute étude sur les sels de mercure.

A. Guntz,
Professeur de Chimie
à la Faculté des Sciences de Nancy.

Dommer (T.), *Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.* — **L'Incandescence par le gaz et le pétrole.** — **L'Acétylène et ses applications.** — *Un vol. in-12 de* 320 *p. avec* 140 *fig.* (*Prix : 4 fr.* 50.) *Bibliothèque des Actualités industrielles. B. Tignol, éditeur. Paris*, 1896.

L'ouvrage de M. Dommer comprend deux parties bien distinctes :

Dans la première, qui traite de l'*Incandescence par le gaz, le pétrole*, etc., l'auteur, après quelques considérations générales sur la production des radiations par l'Incandescence et la description des appareils à lumière intensive que nous connaissions déjà (lumière Drumond, lampe au magnésium, bec Clamond, etc.), fournit d'intéressants renseignements sur les becs à incandescence, si employés aujourd'hui et connus sous le nom de becs Auer.

Nous trouvons d'abord la composition des principaux minéraux d'où le chimiste extrait les terres rares destinées à produire l'Incandescence et des détails sur la préparation des oxydes de Thorium et de Cerium.

L'auteur décrit ensuite la disposition des brûleurs, la fabrication des manchons, les différentes dispositions employées pour l'allumage des becs, les nouvelles lampes à incandescence par l'alcool et le pétrole. Il établit les avantages que présente ce mode d'éclairage, comparé à celui que fournit l'électricité.

Enfin, on trouve, dans cette première partie, une description très complète des lampes à récupération (Siemens, Wendham, etc.), ainsi que des brûleurs Bandsept et Denayrouze, qui, comme les becs à incandescence, ont pour effet de réduire, dans une grande proportion, la dépense du gaz par carcel-heure.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'*Acétylène*. M. Dommer énumère d'une façon très complète les propriétés de l'Acétylène, en insistant sur les considérations relatives à sa combustion, notamment : sa température d'inflammabilité, sa température de combustion, la quantité d'air nécessaire, les becs spéciaux nécessaires pour le brûler, son explosibilité, sa toxicité, son action sur les métaux, sa liquéfaction, etc.

Il passe à la préparation du carbure de calcium, et décrit les différents fours électriques employés; il fournit les éléments qui permettent de calculer le prix de revient de ce produit, question si discutée aujourd'hui.

Il indique ensuite les différents appareils proposés pour la production de l'Acétylène, appareils pouvant

fournir le gaz nécessaire à l'alimentation d'un certain nombre de becs et lampes mobiles.

M. Dommer établit les prix de revient des différentes sources de lumière et les compare à celui de l'Acétylène; puis il passe en revue les applications qui ont été déjà tentées de ce gaz, par exemple : la carburation du gaz de houille et du gaz à l'eau, son emploi dans les moteurs, en métallurgie, et dans la fabrication de certains produits chimiques (Diiodoforme).

En résumé, ce livre contient toute une série de renseignements précis, difficiles à se procurer, et utiles à toutes les personnes qui veulent se faire une opinion sur cette question, toute d'actualité, de l'avenir de l'Acétylène.

Edouard URBAIN,
Chef de la Fabrication
aux Etablissements Linard.

3° Sciences naturelles.

Molliard (M.), *Chef des Travaux pratiques de Botanique à la Sorbonne.* — **Recherches sur les Cécidies florales.** *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in-8° de 250 p. avec 14 pl. hors texte.* (*Extrait des Ann. des Sc. Nat. 8e série : Bot. Tome I.*) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

M. Molliard a consacré ses efforts à l'examen des Cécidies, transformations pathologiques que subissent les organes des plantes sous l'action des parasites animaux ou végétaux. Les Galles sont des Cécidies très apparentes; mais les Cécidies n'entraînent pas nécessairement des modifications aussi saillantes.

L'auteur, limitant son sujet, étudie seulement les transformations morphologiques que subissent les organes floraux. Nous n'avions jusqu'à présent, en langue française, que des travaux de détail sur ces questions; elles ont suscité de nombreuses recherches à l'étranger. M. Molliard, sans s'attacher beaucoup à la bibliographie, cherche à faire une œuvre nouvelle et accumule un grand nombre d'observations. Il groupe les Cécidies, d'après la nature de l'association parasitaire, en *phytocécidies* et en *zoocécidies*. Les détails qu'il donne sur les Cécidies florales produites par les Champignons intéresseront les mycologues; les morphologistes ont depuis longtemps tenu compte des modifications tératologiques produites dans les fleurs par l'action des parasites. Les Zoocécidies florales sont surtout produites par des insectes Hémiptères, Diptères et par des Acariens.

L'anatomie comparée des végétaux saura sans doute utiliser un jour les détails anatomiques que M. Molliard fait connaître. Pour le moment, ils ont la valeur de faits enregistrés et classés. Concluons, avec l'auteur, que l'étude détaillée des associations parasitaires révélera sûrement bien des faits intéressants au point de vue morphologique et anatomique. C. F.

Massart (Jean), *Chargé de Cours à l'Université de Bruxelles.* — **Un botaniste en Malaisie.** — 1 *broch. pet. in-8° de 195 p. avec 39 fig. dans le texte et 18 phototypies.* (*Extrait du Bullet. de la Soc. roy. de Botan. de Belgique*, XXXIV, 1895.) *A. Hoste, éditeur. Gand*, 1896.

L'auteur, transporté brusquement des trottoirs de Bruxelles aux splendeurs des Indes néerlandaises, raconte avec simplicité tous ses étonnements. Tout ce qu'il rencontre l'arrête et l'émerveille; il raconte les mille détails qui l'ont intéressé, soit au jardin de Buitenzorg, soit dans la forêt de Tjibodas, soit sur la côte. Il laisse ses lecteurs un peu ahuris par la succession rapide de tant de souvenirs, et ne leur fait pas grâce des hypothèses qui se présentent à son esprit chaque fois qu'il se trouve en présence de faits nouveaux pour lui. M. Massart aurait pu faire dans les forêts de l'Europe quelques unes des découvertes que lui révèle la forêt tropicale. En Europe, comme à Java, la forêt intacte ne laisse point de place aux migrations d'espèces étrangères. Quoi qu'il en soit, cette narration sans prétention guidera les botanistes qui auront l'occasion de parcourir ces îles merveilleuses après M. Massart. Nous regrettons que l'imprimeur ait tiré si peu de parti des photographies qui ont fourni les éléments des figures dans le texte.

C. F.

Le Dantec (F.), *Docteur ès sciences.* — **Théorie nouvelle de la Vie.** — 1 *vol. in-8° de 324 pages de la Bibliothèque scientifique internationale.* (*Prix, relié : 6 fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1896.

Le livre de M. Le Dantec est très visiblement analogue par ses visées philosophiques au dernier ouvrage de Cl. Bernard, les *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux végétaux et aux animaux*, et il est très intéressant de comparer ces deux livres, séparés par vingt ans d'intervalle pendant lesquels les sciences biologiques ont marché à pas de géant. J'exposerai d'abord les idées de M. Le Dantec, puis je ferai une critique succincte du point saillant sur lequel repose sa théorie nouvelle.

Tout le monde sait qu'un organisme de Métazoaire est formé d'une quantité de cellules comparables aux êtres monocellulaires libres; d'autre part, il est évident que ce qu'on appelle la vie du Métazoaire est le résultat de la coordination des vies séparées de chacune de ses cellules. Il est donc logique, pour comprendre la vie du Métazoaire, d'étudier d'abord la *vie élémentaire*, c'est-à-dire celle d'une cellule isolée.

Après avoir passé en revue la structure de la cellule, sa forme limitée et définie, les phénomènes du mouvement, de l'addition (ingestion de substances extérieures), de la digestion, le rôle du noyau, etc., M. Le Dantec en conclut que les cellules vivantes possèdent *seules* une propriété distinctive *commune* qui manque aux corps bruts : c'est la propriété d'*assimilation* : quand une cellule vivante est plongée dans un milieu favorable, rigoureusement déterminable (liquide Raulin pour l'*Aspergillus*, moût sucré pour la levure de bière, etc.), les réactions qui se passent entre le milieu et la cellule sont représentées par l'équation suivante : $a + Q = \lambda a + R$; a étant la quantité de substances protoplasmiques et nucléaires qui existent au début de l'expérience, Q les matières retirées du milieu pendant l'expérience, λ un nombre plus grand que 1, et R les produits fabriqués par la cellule ou rejetés par elle durant l'expérience : ainsi 1 gramme de levure de bière + tant de grammes de liquide Pasteur donnent, au bout d'un temps t, 2 grammes de levure + tant de grammes d'alcool, d'acide carbonique, etc. Quand une cellule n'est pas dans son milieu favorable, elle se détruit plus ou moins vite et finit par mourir si le milieu ne change pas en temps utile.

Armés de cette constatation, passons maintenant au Métazoaire et considérons spécialement un organe qui manifeste sa vie élémentaire, un muscle qui se contracte par exemple; il est évident qu'à ce moment il est tout à fait comparable à de la levure active, et par conséquent l'équation ($a + Q = \lambda a + R$) lui est applicable. C'est donc au moment où la fibre musculaire travaille, qu'elle assimile et augmente la quantité de ses substances protoplasmiques et nucléaires; au repos, elle dépense ces substances plastiques pour fabriquer des substances de réserve, qui serviront pendant le travail des substances Q; il en résulte que si un muscle travaille beaucoup, l'assimilation l'emporte sur la dépense, et il grossit (muscles des lutteurs, des danseurs, etc.); s'il ne travaille pas, c'est le contraire, et il s'atrophie (muscles des membres immobilisés). Telle est la loi de l'*assimilation fonctionnelle*, qui peut s'exprimer comme ceci : le fonctionnement d'un élément histologique n'est autre chose qu'une manifestation, propre à cet élément, des réactions qui déterminent précisément la synthèse de sa substance.

En se basant sur cette loi et quelques autres considérations, M. Le Dantec explique l'ontogénèse depuis l'œuf fécondé jusqu'à la mort : la différenciation histologique a pour cause les divisions hétérogènes dues

à la structure hétérogène des cellules placées dans des conditions de milieu différentes (bords du blastopore, face interne, face externe, etc.); par l'assimilation fonctionnelle, ces tissus différenciés se multiplient en gardant leur originalité propre et les organes se construisent d'eux-mêmes. La vieillesse et la mort s'expliquent par l'encombrement de l'organisme par les substances *R* (os, cartilage, etc.), non éliminées, qui amènent peu à peu une destruction de la coordination; la mort du Métazoaire survient alors, et, par suite de l'altération du milieu intérieur, ses cellules meurent peu après (mort élémentaire). Quant à l'hérédité, M. Le Dantec résume la question en cette phrase : Deux œufs identiques, dans des conditions identiques, donnent des développements identiques.

Critique. — Je ne discuterai pas les idées de M. Le Dantec sur l'ontogénèse, la différenciation histologique, la sénescence et l'hérédité, graves sujets traités très brièvement dans son livre; il est évident que la clef de voûte de sa théorie nouvelle est la loi de l'assimilation fonctionnelle. M. Le Dantec l'oppose formellement aux lois formulées par Cl. Bernard, qui a divisé les phénomènes vitaux en deux ordres : 1° phénomènes de destruction vitale, correspondant à l'activité fonctionnelle des éléments; 2° phénomènes de création vitale, correspondant au repos fonctionnel et à la régénération des réserves épuisées. Cl. Bernard a voulu dire par là, et c'est ainsi que l'ont compris tous les biologistes modernes, que le travail physiologique d'une cellule est le résultat de décompositions chimiques qui se passent dans la cellule même, et qui transforment de l'énergie potentielle en force vive; pour beaucoup d'organes, on a pu préciser, ce que n'avait pas fait Cl. Bernard, la substance cellulaire sur laquelle porte la décomposition; pour le muscle, par exemple, on sait que c'est le glycogène de réserve et le glycose du sang qui fournissent l'énergie représentée par le travail musculaire; quant aux substances protoplasmiques et nucléaires du muscle, on n'y constate pas de changement visible durant le travail. M. Le Dantec ne diffère donc de l'opinion courante qu'en affirmant que la dépense des réserves coïncide avec une augmentation forcée et proportionnelle de la quantité de protoplasma et de noyau dans la cellule.

Si cette affirmation est vraie, il en résulte qu'un organe qui travaille sans discontinuer doit aussi augmenter indéfiniment de volume : eh bien! est-ce que les fibres musculaires du cœur, du diaphragme, du thorax, les cellules vibratiles des branchies de Lamellibranches, de l'épiderme des Planaires, qui se contractent ou vibrent pendant toute la vie, augmentent indéfiniment leur quantum de substances protoplasmiques et nucléaires? Une cellule conjonctive qui se remplit de graisse, un globule rouge qui sécrète son hémoglobine, une cellule muqueuse qui fabrique sa mucine, ont-ils plus de protoplasma et un plus gros noyau à la fin du travail? C'est plutôt le contraire. Par contre, les muscles et les glandes des embryons, incontestablement inertes par rapport à ceux des adultes, n'accroissent-ils pas sans cesse leur protoplasma et leur noyau?

Pendant le repos fonctionnel, M. Le Dantec dit que les réactions détruisent les substances protoplasmiques et nucléaires créées pendant le travail pour en faire des substances de réserve (graisse, glycogène), de façon à revenir à peu près au *statu quo ante*. Mais, pour le muscle en particulier, on sait expérimentalement que pendant le repos il retire du sang une quantité appréciable de glycose qui s'accumule dans son tissu sous forme de glycogène; il serait bien extraordinaire de voir ce même muscle consommer aussi ses albuminoïdes pour fabriquer encore du glycogène, alors que la source de glycose du sang est pratiquement inépuisable.

Mais ces critiques ne doivent pas nous faire oublier que la loi de l'assimilation fonctionnelle a été formulée pour expliquer certains faits indiscutables : les organes qui ont un fonctionnement exagéré (au-dessus d'un certain taux normal) augmentent notablement de volume (hypertrophie du cœur, du rein, etc.), tandis que ceux qui ne fonctionnent plus du tout s'atrophient plus ou moins; en d'autres termes, il y a dans tout organisme une auto-régulation telle qu'un organe a presque toujours un volume proportionné au travail qu'il est contraint d'accomplir. Le mécanisme de cette auto-régulation est certainement complexe, mal connu, mais en tous cas les arguments donnés plus haut montrent que la loi de l'assimilation fonctionnelle se heurte à des difficultés trop graves pour pouvoir être acceptée comme explication définitive de ce phénomène.

L. Cuénot,
Professeur de Zoologie
la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales.

Marie (Dr Pierre), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Leçons de Clinique médicale** (*Hôtel-Dieu*, 1894-95). — 1 *vol. in*-8° *de* 296 *pages avec figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

M Pierre Marie a réuni en un volume les principales leçons qu'il fit pendant son enseignement à l'Hôtel-Dieu. Ces leçons portent sur des sujets variés : rhumatisme chronique, déformations thoraciques, albuminurie cyclique, malformations cardiaques, neurofibromatose généralisée. Plusieurs d'entre elles sont relatives à l'étude des diabètes sucrés. Parmi celles-ci, on compte une très intéressante clinique sur le diabète bronzé, cirrhose hypertrophique pigmentaire, où le professeur montre bien les différences qui existent entre cette maladie toute spéciale et la série des autres diabètes.

Une analyse sèche et rapide de ce livre n'aurait aucune valeur. Je n'y pourrais que détruire les grandes qualités de ces magistrales leçons. Leur clarté, le soin de leur composition, la pondération du style, cette lenteur voulue de l'exposé didactique et nécessitée par la succession des faits régulièrement et logiquement enchaînés, l'art avec lequel les détails observés sont présentés, donnent aux leçons de M. Pierre Marie un haut relief. En les lisant, on a l'impression qu'elles ont été conduites à la manière des leçons les plus choisies de Charcot, des cours les plus précis de Claude Bernard.

Dr A. Létienne.

Levassort (Dr Ch.). — **La Stérilisation pratique en Chirurgie.** — 1 *vol. in*-8° *de* 124 *pages avec* 18 *fig.* (*Prix : 4 francs*). *Société d'éditions scientifiques. Paris*, 1896.

Sous ce titre l'auteur a réuni une série de documents intéressants, se rapportant aux découvertes les plus récentes de méthodes pratiques de stérilisation. On y trouvera la description très complète des applications du permanganate de chaux ou monol à la stérilisation de l'eau (filtre Lutèce) et des considérations relatives à l'emploi des solutions de ce sel en chirurgie au double point de vue de l'asepsie et de l'antisepsie. On y remarquera un procédé ingénieux de stérilisation et de conservation des crins, soies, drains, soudés, etc. dans un appareil auquel l'auteur a donné le nom d'*obturateur automatique*. La stérilisation est obtenue par l'ébullition en des vases qui se closent hermétiquement par la mise en jeu automatique, sous l'action du refroidissement, d'un bouton de caoutchouc à gorge, muni à son centre d'un trou par où passe l'obturateur proprement dit, également en caoutchouc.

Enfin la question de la stérilisation des instruments et objets de pansements est résolue soit par la chaleur sèche au moyen d'un *stérilisateur chirurgical*, de l'invention de M. Levassort, qui permet d'obtenir 150° en 45 minutes, avec de simples lampes à alcool, — soit par l'action des vapeurs d'aldéhyde formique ou de son polymérisé, le trioxyméthylène, au moyen d'appareils (diffuseur, étuves au trioxyméthylène ou au formol), également inventés par l'auteur.

Dr Gabriel Maurange.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 septembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Lallemand** montre, par des calculs très délicats, que, dans l'intervalle des deux opérations successives exécutées sur chaque ligne de nivellement, les piquets employés comme repères provisoires subissent un enfoncement ou un exhaussement moyen de 3 à 7 dixièmes de millimètre. — M. **Berthelot** a observé du Laboratoire de Meudon un arc-en-ciel exceptionnel; c'était à 1 heure de l'après-midi, heure à laquelle la hauteur du soleil à l'horizon ne permet guère d'apercevoir ce phénomène dans nos climats. L'arc très surbaissé apparut à ce moment, couché sur la plaine de Boulogne et au-dessous de l'horizon; il éprouvait des déplacements et des oscillations continuelles. — M. **A. Angot** a observé, au moment de la trombe du 10 septembre, de petits lambeaux de nuages noirs très bas, tourbillonnant avec rapidité dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et paraissant également animés d'un mouvement ascendant. — M. **J. Jaubert** donne divers renseignements sur la trombe du 10 septembre. Elle a traversé Paris en ligne presque droite, du sud-ouest au nord-est, avec une vitesse d'environ 40 à 50 mètres par seconde et faisant sentir son effet sur une largeur d'environ 150 mètres.

2° Sciences physiques. — M. **G. Bertrand**, en traitant le suc de la *Russula delica* Fries par l'alcool fort, a obtenu un précipité qui oxyde rapidement la tyrosine; la liqueur mère distillée n'oxyde pas la tyrosine, mais a toutes les propriétés de la laccase. L'auteur en conclut que la laccase et la tyrosinase sont deux ferments distincts qui peuvent coexister dans un même suc végétal. — M. **Bignan** adresse deux notes sur le sulfure de magnésie et sur divers sels d'alumine.

3° Sciences naturelles. — MM. **Bosc** et **Delezenne** ont observé que le sang d'un animal rendu incoagulable par injection, *in vivo* ou *in vitro*, d'extrait de sangsue se putréfie beaucoup moins rapidement que le sang normal. Ce fait ne doit pas être attribué à une action antiseptique directe de l'extrait de sangsue, car ce corps est lui-même un milieu de culture favorable pour de nombreux microbes. Les auteurs ont remarqué que l'extrait de sangsue augmente la vitalité des leucocytes, et il est probable que les globules blancs produisent alors des corps qui augmentent le pouvoir bactéricide du sang. — M. **Joachimsthal** signale une nouvelle adaptation des muscles de la jambe qui s'est produite après la guérison d'un pied bot; c'est un exemple remarquable de l'adaptation des muscles au changement de leur fonction.

Séance du 21 Septembre 1896.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. **Fizeau**, membre de la Section de Physique. La séance est levée en signe de deuil.

Sciences mathématiques. — M. **Perrotin** communique les éléments et l'éphéméride de la comète découverte à l'Observatoire de Nice, le 4 septembre dernier, par M. Giacobini, à l'aide de l'équatorial coudé.

Séance du 28 Septembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Rossard** adresse ses observations de la comète Brooks (4 septembre) faites à l'équatorial Bruner de $0^m,25$, et de la comète Giacobini, faites au grand télescope Gautier et à l'équatorial Bruner de l'Observatoire de Toulouse. — M. **G. Le Cadet** communique ses observations de la comète Giacobini (4 septembre) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. **F. Sy** envoie ses observations de la comète Giacobini faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. **J. Guillaume** communique ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Bruner), pendant le deuxième trimestre de 1896. La décroissance des taches a continué, avec un minimum très marqué en mai; l'hémisphère austral montre toujours plus de taches que l'autre hémisphère. Les facules ont suivi une marche décroissante, plus régulière dans l'ensemble que celle des taches. — M. **M. Brillouin** étudie depuis deux années l'influence des taches solaires sur le temps. Il a observé que, quel que soit l'état de la surface solaire, les modifications du temps sont lentes et progressives tant qu'il n'entre pas de nouvelles taches par le bord est du disque solaire; toute entrée de taches, surtout entourées de facules étendues et éclatantes, produit dans les vingt-quatre heures un trouble rapide et étendu dans la circulation atmosphérique. — M. **Chapel** adresse une note relative à la coïncidence entre la production du typhon du 10 septembre et la rencontre d'un essaim cosmique par la Terre. — M. **E. Jaggi** adresse une note relative à la variation périodique des latitudes. — M. **X. Stouff** généralise une des démonstrations de la loi de réciprocité donnée par Gauss et reposant sur le partage en deux classes des restes par rapport à un nombre donné. — M. **G. Charpy** répond à la précédente note de M. Hartmann et maintient ses conclusions relatives à la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts. — M. **A. Basin** adresse un mémoire sur la vitesse, le roulis et les collisions des paquebots.

2° Sciences physiques. — M. **F. M. Raoult** a déterminé, avec la plus grande précision, le point de congélation des solutions aqueuses de chlorure de sodium, l'enceinte étant à des températures variables autour du point de congélation. Les résultats obtenus le conduisent à maintenir complètement la conclusion suivante, qu'il avait déjà énoncée, mais qui a été critiquée par M. Ponsot : Dans les conditions indiquées, l'influence de la température de l'enceinte n'altère en rien les lois relatives aux abaissements des points de congélation des solutions inégalement concentrées d'un même corps. — M. **V. Agafonoff** a étudié l'absorption du spectre ultra-violet par les corps cristallisés. Deux corps seulement, la tourmaline et l'acide hémimellitique, ont montré du polychroïsme dans la partie ultra-violette du spectre; en général, les corps organiques absorbent davantage le spectre que les sels métalliques. — M. **Birkeland** a reconnu que la cathode, dans un tube de décharge, émet divers groupes de rayons d'espèces différentes, qui peuvent être séparés en profitant pour cela de ce qu'ils sont différemment déviés par l'aimant. L'auteur décrit le dispositif expérimental qu'il emploie pour rendre visible ce spectre de rayons cathodiques. Il indique comment varie l'écartement des bandes du spectre suivant la pression à l'intérieur du tube et l'intensité du courant primaire. — M. **E. Dufau**, en traitant au four électrique un mélange intime de sesquioxyde de nickel et de baryte anhydre ou de carbonate de baryte, a obtenu une combinaison répondant à la formule $2NiO^2.BaO$, c'est-à-dire un dinickélite de baryum. La formation de ce composé vient confirmer l'hypothèse de l'existence d'un bioxyde de nickel, NiO^2, à caractère acide. — M. **R. Varet**, étudiant au point de vue

thermochimique les bromures doubles de mercure, arrive à des conclusions identiques à celles qu'il a déjà formulées pour les chlorures. Il est conduit, en particulier, à envisager l'existence d'acides complexes : $Hg^2Br^6H^2$ et $HgBr^4H^2$.

3° Sciences naturelles. — MM. **Bosc** et **Delezenne** ont observé que certaines substances anticoagulantes (extrait de sangsue, peptone), injectées dans le sang, sont capables de produire des modifications qui augmentent les procédés de défense de l'organisme contre les agents infectieux. Ces modifications sont caractérisées par un accroissement remarquable de la vitalité et des propriétés phagocytaires des globules blancs et par l'augmentation du pouvoir bactéricide du sang. L'injection intra-veineuse de ces substances anti-coagulantes à des lapins et à des chiens, 15 à 45 minutes avant l'injection de colibacille ou de streptocoque, peut conférer aux animaux une véritable immunité et même avoir une action empêchante absolue contre les infections expérimentales. — MM. **Ch. Achard** et **R. Bensaude** ont reconnu que le plasma sanguin privé de tout élément figuré, par dépôt des globules ou par centrifugation, possède la propriété agglutinative au même degré ou à peu près que le plasma très riche en leucocytes ; la propriété agglutinante n'est donc pas subordonnée à la présence des leucocytes dans les humeurs, mais doit être rattachée aux phénomènes de diffusion à travers les membranes vivantes. — MM. **A. Binet** et **J. Courtier** ont déterminé les modifications de la circulation capillaire chez l'homme qui sont dues à l'influence des repas, de l'exercice physique, du travail intellectuel et des émotions. — M. **P. Maisonneuve** a injecté à un moineau une portion du contenu d'un des crochets à venin d'une grosse vipère conservée depuis plus de vingt ans dans l'alcool ; l'oiseau mourut au bout de 2 h. ½ ; cette expérience démontre la longue conservation de la virulence du venin. — M. **Léon Jammes** a étudié la structure de la paroi du corps des Plathelminthes parasites ; il conclut que le mésoderme des Cestodes, fait, au début, de cellules juxtaposées semblables entre elles, se transforme, au cours du développement, en un parenchyme lacuneux. Dans ce parenchyme se développent deux parties : l'une extérieure, présentant une disposition épithéliale ; l'autre placée plus profondément, et prenant tous les caractères d'un parenchyme diffus. — MM. **F. Mesnil** et **M. Caullery** ont constaté l'existence de formes épitoques chez les Annélides de la famille des Cirratuliens. — M. **John Briquet** établit que le développement des poches sécrétrices dont sont pourvues les Myoporiacées se fait par voie schizolysigène. — M. le Général **Vénukoff** indique le résultat des recherches de charbon minéral récemment faites en Sibérie, en particulier aux environs du parcours du chemin de fer transsibérien ; il décrit les gîtes qui ont été reconnus. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Septembre 1896.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. **J. Rochard**. La séance est levée en signe de deuil.

Séance du 22 Septembre 1896.

M. **Lereboullet** donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques de M. J. Rochard. — M. **G. M. Debove** analyse un mémoire du Dr **Clozier** intitulé : « Toxhémie des gastro-entéropathes. » Il n'admet pas les conclusions de l'auteur ; il pense, au contraire, que les caractères cliniques observés sont les troubles ordinaires des névropathes, et ne sont pas dus à une prédominance des troubles intestinaux engendrant la fabrication de poisons particuliers. — M. **Porak** lit le rapport sur le concours pour le Prix Capuron. — M. **Bendersky** lit une notice sur un appareil qui permet d'effectuer la percussion auscultée.

Séance du 29 Septembre 1896.

M. **Chauvel** lit le rapport sur le concours du Prix Laborie. — MM. **Dieulafoy**, **Widal** et **Sicard** ont étudié la substance agglutinante du sang et des humeurs des typhiques. Ils ont observé que les substances albuminoïdes, telles que le fibrinogène, la globuline ou la caséine, isolées des humeurs d'un typhique par précipitation, enlèvent à la liqueur primitive la propriété agglutinante et la retiennent, au moins en partie ; elles l'abandonnent lorsqu'elles restent en solution, mais la fixent de nouveau sur leur précipité. — M. le Dr **Peyrot** lit un mémoire sur un cas de sphacèle intra-abdominal dans une hernie épiploïque étranglée.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Communications récentes.

M. **Bouty**, président, rappelle les traits les plus intéressants de l'Exposition annuelle d'appareils de physique de la Société. Il résume ensuite une note de MM. **Oumoff** et **Samoïloff** intitulée : *Images électriques dans le champ d'un tube de Crookes*. Les auteurs ont étudié ce champ en exposant au voisinage du tube une lame d'ébonite qui fait face à la tache fluorescente ; en produisant les figures de Lichtenberg, on observe, dans le cas où aucun écran n'a été interposé en avant du tube, une tache rouge intense qu'on peut obtenir des deux côtés de la lame ; le reste prend une teinte rougeâtre. Si l'on applique sur l'ébonite des lames de cristal ou de verre, elles donnent des images rouges bordées d'une bande neutre. De l'ensemble de leurs nombreuses expériences, les auteurs concluent que le champ électrique d'un tube d'Hittorf est semblable à celui d'un conducteur électrisé. — M. **Pierre Weiss** expose ses recherches sur l'*aimantation des alliages de fer et d'antimoine*. Le but de ce travail était de combler en partie la lacune qui sépare les corps faiblement magnétiques connus jusqu'ici des corps ferromagnétiques. La méthode employée est celle du galvanomètre balistique ; cette méthode donne, sous la forme ordinaire, l'*induction* magnétique, c'est-à-dire la somme $H+4\pi I$, H étant le champ magnétique et I l'intensité d'aimantation. Le second terme étant très petit par rapport au premier, qui peut s'obtenir séparément, serait très mal déterminé. M. Weiss modifie la méthode de façon à mesurer directement I ; pour cela il compose un enroulement inducteur différentiel constitué par deux bobines dont les actions sur l'enroulement induit se compensent exactement, avant l'introduction du corps à étudier, lequel ne constitue, pendant la mesure, que le noyau d'une seule bobine [1]. En faisant varier graduellement la teneur en fer, on constate que la susceptibilité magnétique pour des forces très faibles va en croissant, mais reste d'abord très petite (0,00009 pour 26 °/₀ de Fe et 0,0051 pour 38,6 °/₀). Ces valeurs sont beaucoup plus faibles que celles qu'on obtiendrait pour une masse égale de fer, divisée et répartie également dans le même volume. Au delà de cette proportion de 38 °/₀ de Fe, qui correspond à la formule Sb^3Fe^4, la susceptibilité croît très rapidement (de 0,125 pour 42,7 °/₀ à 1,06 pour 56,8 °/₀). L'un des alliages a présenté cette particularité que l'aimantation ne variait pas proportionnellement au champ, se rapprochant ainsi des corps ferro-magnétiques, sans que cependant il y eût d'aimantation résiduelle ; l'existence de l'hystérésis n'est donc pas intimement liée à la forme de la fonction magnétisante. Enfin M. Weiss a cherché si, conformément aux très nombreux résultats de Steinmetz, la perte E de l'énergie dans un cycle magnétique peut être représentée par l'expression $\eta I^{1,6}$, en appelant I la valeur absolue des limites qu'atteint l'aimantation pendant le cycle et η un coefficient spécifique de la matière. La

[1] Cette disposition est absolument analogue à la méthode de compensation employée pour mesurer I par le magnétomètre.

relation entre les *logarithmes* de D et de I est linéaire ; si l'on prend ces quantités respectivement comme ordonnées et comme abscisse, la courbe obtenue sera une droite si la loi est vérifiée. M. Weiss trouve que la relation exponentielle s'applique toujours, mais à condition de faire varier l'exposant avec la teneur en fer (de 2,17 pour 43 % de Fe jusqu'à 1,6 pour le métal pur). Reprenant avec plus de précision des expériences de Lord Rayleigh, il a vérifié que, dans les champs magnétiques très faibles, la perte d'énergie varie comme le cube de l'intensité maxima d'aimantation. La magnétite cristallisée fournit un résultat inattendu : la loi exponentielle ne s'applique plus. — M. d'**Ocagne** présente la machine à résoudre les équations de M. Torres et donne la théorie de son fonctionnement, qui a déjà été décrit avec de grands détails dans cette *Revue* (15 août 1896, p. 684). C. Raveau.

M. le Président annonce à la Société la mort de M. **Vernier**, ingénieur électricien à Paris, et celle de M. **Stoletow**, ancien membre du Conseil de la Société, professeur à l'Université de Moscou. M. Stoletow était l'auteur de travaux remarquables sur la fonction magnétisante, sur le rapport des unités électriques, les courants actino-électriques, la vitesse du son, etc. Dans ces dernières années, il avait publié plusieurs mémoires sur l'état critique et les phénomènes qui s'y rattachent. — M. **Colardeau** expose les raisons qui l'ont conduit à apporter des modifications à la construction des tubes de Crookes destinés à la photographie par les rayons Röntgen. Les meilleurs tubes employés actuellement à cette application paraissent être ceux du genre dit focus ; avec la disposition et les dimensions qu'on leur donne habituellement, ils présentent plusieurs défauts, au point de vue de la netteté des images produites et de la rapidité de leur action. Ces défauts peuvent être résumés dans les quatre points suivants : 1° L'enveloppe de verre (dont les dimensions sont à peu près celles d'une orange) doit avoir une épaisseur assez considérable, afin de ne pas s'écraser sous la pression extérieure. Comme le verre est peu transparent pour les rayons X, il arrête, au passage, une grande partie de ceux engendrés à l'intérieur. 2° Toute la capacité de l'ampoule qui s'étend autour des électrodes participe au passage de la décharge : il y aurait intérêt à concentrer toute l'énergie de cette décharge dans le cône circonscrit à la cathode et au focus ; 3° Des expériences directes ont montré que le flux cathodique agit avec d'autant plus d'énergie sur l'anticathode, que celle-ci est située plus près de la cathode. Dans les focus ordinaires, cette distance, qui atteint plusieurs centimètres, est trop grande ; 4° Enfin, il ne paraît pas exact qu'une cathode concave, en forme de calotte sphérique, concentre exactement en son centre de courbure le flux cathodique qui s'en échappe. En étudiant, par un dispositif spécial, la forme de ce flux, M. Colardeau a trouvé que le point de concentration est variable avec le degré de vide et qu'il est, en général, beaucoup plus loin que le centre de courbure. Par suite, dans les tubes focus ordinaires, si la lame de platine est placée au voisinage du centre de courbure géométrique, elle se trouve loin du point d'étranglement maximum de ce flux : elle est alors rendue active sur une large surface, et la netteté des images en souffre. Pour remédier à ces inconvénients, M. Colardeau a employé, pour construire l'appareil nouveau qu'il présente, un tube cylindrique de très faible diamètre (6 à 7 millimètres), dans lequel est ajustée une cathode concave de 4 à 5 millimètres de rayon de courbure. Cette cathode est d'un diamètre un peu plus faible que celui du tube, de manière à laisser aussi peu d'espace libre que possible sur son pourtour. La lame inclinée à 45°, formant l'anticathode, n'est distante de la cathode que de 7 à 8 millimètres. Enfin, juste vis-à-vis de la lame focus, et seulement du côté utile de cette lame, la paroi du tube est soufflée en une ampoule hémisphérique très petite et d'une épaisseur de $\frac{1}{10}$ de millimètre ; grâce à cette faible épaisseur, elle laisse passer facilement les rayons engendrés sur le focus. Cet appareil a donné d'excellents résultats. Des photographies d'une netteté irréprochable ont été obtenues par l'auteur avec des temps de pose qui n'ont pas, en général, dépassé une minute. Grâce à cette finesse de détails, M. Colardeau a pu aborder avec succès la réalisation d'épreuves stéréoscopiques. — M. **Guillaume** pense, comme M. Colardeau, qu'il y a tout avantage à réduire le trajet des rayons cathodiques. S'il est vrai que les rayons X soient dus aux vibrations des molécules de l'anticathode sous l'action du choc des atomes formant le bombardement cathodique, on admettra sans peine que les propriétés particulières des nouvelles radiations sont dues à l'énorme vitesse de ces atomes ; on peut trouver une cause additionnelle de réduction de vitesse des ions dans l'action électro-dynamique qu'exercent sur les corps voisins ces particules chargées d'électricité et agissant à la manière d'un courant. Comme la décharge consiste en chocs séparés, chacun d'eux exercera une action inductrice qui consommera une partie de son énergie. En ce qui concerne la durée des rayons produits par une seule étincelle de la bobine, on peut remarquer, dans l'épreuve, projetée par M. Colardeau, d'une petite roue en mouvement, que l'action présente deux maxima au moins, qui semblent correspondre à des décharges distinctes, l'étincelle de la bobine ayant été oscillatoire ou simplement interrompue. D'ailleurs, la décharge d'une bobine ayant une forte induction propre dure pendant un temps qui est loin d'être négligeable, et qui semble être au moins de l'ordre de grandeur de la durée d'extinction des rayons X. On ne sera donc exactement renseigné sur cette durée qu'en actionnant le tube par une étincelle très subite, par exemple celle que l'on obtient dans le circuit d'un condensateur ayant peu d'induction propre. — M. **J. Chappuis** rappelle qu'il a déjà présenté à la Société des épreuves très nettes faites avec un tube focus présentant la disposition ordinaire, mais dont la plage anticathodique n'a que 6 à 7 millimètres de côté. Il ajoute qu'il a obtenu aussi, avec une seule étincelle, des épreuves instantanées du contour d'objets métalliques, et qu'il pense être arrivé à la limite maxima de puissance qu'on peut espérer atteindre avec ce genre d'appareils. Les tubes présentés par M. Colardeau semblent, il est vrai, donner des effets aussi puissants que le focus dont il dispose, avec des moyens beaucoup plus faibles. Mais, si l'on voulait employer sur ces nouveaux tubes de petite dimension les moyens d'action qu'il applique aux focus ordinaires, les électrodes entreraient en fusion et les tubes seraient mis de suite hors de service. — M. **Colardeau** répond qu'il ne peut partager l'opinion de M. Chappuis, car il a précisément soumis plus d'une fois le tube même qui figure sous les yeux de la Société à l'épreuve de la décharge de la bobine de très grand modèle que tout le monde connaît. Or chacun peut constater que le tube est sorti de cette épreuve absolument intact. Deux photographies obtenues avec ces poses instantanées figurent dans la collection qui vient d'être déposée sur le bureau. Ce ne sont plus de simples silhouettes du contour d'objets métalliques, mais bien des épreuves complètes de doigts dans lesquelles on aperçoit les détails de l'ossature. Le nouveau tube permet donc de traverser, par une décharge instantanée, des corps d'une épaisseur assez considérable. — M. **Oumoff** donne une interprétation géométrique des intégrales de Fresnel ; il montre qu'en projetant une parabole, enroulée sur un cylindre circulaire, sur deux plans rectangulaires passant par l'axe du cylindre, la somme algébrique des aires limitées par les courbes et l'axe des z, et prises positivement ou négativement, selon que leur position correspond aux directions positives ou négatives des axes x et y, représente les intégrales de Fresnel. De là découle une méthode approchée du calcul de ces

intégrales et la construction d'intégrateurs. — M. **Oumoff** présente également ses recherches sur la formation et l'écoulement des gouttes dans un champ électrique ou dans un champ magnétique. L'auteur fait écouler de l'eau et une faible solution par goutte, sous pression constante, dans un champ magnétique ou électrique. L'écoulement est retardé, pour un liquide diamagnétique, dans les parties du champ où la direction de la gravité est contraire à celle dans laquelle décroît la force du champ. L'écoulement est accéléré là où ces deux directions sont concordantes. L'inverse a lieu pour un liquide paramagnétique. L'auteur expose une théorie et écrit une équation générale pour une surface de séparation de deux liquides, en tenant compte de l'action du champ et de la tension superficielle. Il fait aussi mention d'une correction qu'il faut faire dans le calcul de la pression sous laquelle se fait l'écoulement d'un liquide dans un vase de Mariotte. — En considérant le rapport d'une quantité de chaleur communiquée à un corps dans une transformation infiniment petite à la variation de la température, comme capacité calorifique du corps dans cette transformation, M. **Oumoff** divise toutes les transformations d'un corps en deux groupes tels que les capacités calorifiques sont égales en valeurs absolues, mais de signes contraires. Ces deux groupes sont désignés par les noms *thermes* et *antithermes*. Enfin, l'auteur trouve les équations des antithermes des isopiestres et isomètres, et fait mention des propriétés géométriques des systèmes des thermes et antithermes.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques.

W. C. Roberts-Austen, F. R. S. : **Sur la diffusion des Métaux.** — Les expériences de l'auteur ont porté sur deux points : la diffusion des métaux à l'état liquide et la diffusion des métaux à l'état solide. — 1re *Partie : Diffusion des métaux fondus.* La principale difficulté des expériences est la mesure des températures élevées auxquelles se passent les phénomènes. L'auteur s'est servi pour cette mesure de son pyromètre modifié et de couples thermo-électriques. Dans un bain de métal liquide ou dans un fourneau soigneusement fermé, on plaçait des tubes remplis de plomb, au fond desquels se trouvait un morceau du métal à examiner; de cette façon, la diffusion avait lieu vers le haut, en sens contraire de la pesanteur. Pour déterminer la quantité de métal diffusé au bout d'un temps donné, on solidifiait le plomb dans chaque tube et on coupait le métal solidifié, en morceaux qu'on analysait chacun séparément. On sait que, dans la diffusion linéaire, le mouvement est exprimé, suivant la loi de Fick, par l'équation :

$$\frac{dv}{dt} = k\,\frac{d^2v}{d^2x}$$

dans laquelle x représente la distance dans la direction suivant laquelle a lieu la diffusion, v le degré de concentration du métal diffusant, t le temps ; k est la constante de diffusion, c'est-à-dire le nombre qui exprime la quantité de métal en grammes qui diffuse à travers l'unité de surface (1 cent. carré) dans l'unité de temps (1 jour) quand l'unité de différence de concentration (en grammes par cent. cube) est maintenue des deux côtés d'une couche de 1 centimètre d'épaisseur. Les auteurs ont montré que les métaux diffusent les uns dans les autres comme les sels dans l'eau. Voici quelques valeurs de k qu'ils ont obtenues :

Or dans le plomb	3,19 à	500°
— bismuth	4,52	—
— l'étain	4,65	—
Argent dans l'étain	4,14	—
Plomb —	3,18	—
Rhodium dans le plomb	3,04	—
Platine —	1,69 à	490°
Or —	3,03	—
Or dans le mercure	0,72 à	11°

(Comme terme de comparaison, nous rappellerons que la diffusibilité du chlorure de sodium dans l'eau est de 1,04 à 18°.) L'auteur ne veut, pour le moment, tirer de ses expériences aucune conclusion relative à la constitution moléculaire des métaux étudiés. Toutefois, le faible degré de diffusion du platine vis-à-vis de l'or conduit à attribuer au premier une molécule plus complexe qu'au second. — 2e *Partie : Diffusion des métaux à l'état solide.* Ce genre de diffusion est connu depuis longtemps, car on le rencontre dans le phénomène de la cémentation du fer. Dans ce phénomène, un gaz doit intervenir, et la remarquable hypothèse, formulée par Graham dès 1863, « que les trois états de la matière (solide, liquide et gazeux) coexistent probablement dans toute substance liquide ou solide, l'un d'eux prédominant sur les autres », est bien de nature à appuyer cette manière de voir. D'ailleurs, Robert Boyle, Marget, Demarçay, Spring ont montré que les métaux se volatilisaient déjà à des températures relativement basses, et qu'ils possèdent « leur petite atmosphère ». On s'explique donc facilement que les molécules gazeuses, émises par deux métaux en contact, se pénètrent mutuellement, que les deux corps solides diffusent l'un dans l'autre Pour mesurer la diffusion dans de bonnes conditions, il est nécessaire que la substance diffusante soit en présence d'un grand excès de dissolvant, à l'état solide comme à l'état liquide. En effet, d'après Van't Hoff, les substances qui existent dans une *solution solide* ont une pression osmotique analogue à celle des corps dissous dans un liquide, et cette pression obéit aux mêmes lois; il est donc probable, comme chez les solutions liquides, qu'une solution solide se comportera d'autant plus simplement qu'elle sera plus diluée. Après ces considérations, l'auteur décrit ses expériences. Un petit cylindre d'or ou d'un alliage riche de plomb et d'or était placé à la base d'un cylindre de plomb de 70 millimètres de long, et maintenu, pendant trente et un jours, à une température de 251° (inférieure de 75° au point de fusion du plomb). Le plomb solide fut ensuite coupé en morceaux, et l'or diffusé dans chacun d'eux fut déterminé. D'autres expériences furent faites à 200° et à des températures plus basses. Voici la moyenne des résultats :

		k
Diffusion de l'or dans le plomb	fondu à 530°	3,19
— —	solide à 251°	0,03
— —	— 200°	0,007
— —	— 165°	0,004
— —	— 100°	0,00002

Des essais à la température ordinaire sont encore en cours d'exécution, mais il est certain qu'une lente diffusion doit avoir lieu. Si des surfaces lisses de plomb et d'or sont appliquées fortement l'une contre l'autre dans le vide, à environ 40°, pendant quatre jours, elles adhèrent et ne peuvent être séparées que par une charge égale au tiers du coefficient de rupture du plomb lui-même. D'autres expériences non encore terminées montrent que la diffusibilité de l'or solide dans l'argent ou le cuivre solide à 800° est du même ordre de grandeur que celle de l'or dans le plomb solide à 100°.

F. Osmond et **W.-C. Roberts-Austen : La structure des métaux, son origine et ses variations.** — Les auteurs rappellent d'abord les expériences d'Herbert Tomlinson, qui montra le premier que le produit de l'élasticité par une puissance fractionnelle du volume atomique est constant pour tous les métaux. Le fait qu'un certain nombre de métaux n'ont pas vérifié cette relation provient de ce que ces métaux contenaient des traces d'impuretés, qui ont une grande influence sur la valeur de l'élasticité. Ce point a été vérifié par l'un des auteurs. Des morceaux d'or purifié avec le plus grand soin furent alliés avec 0,2 °/₀ d'éléments étrangers; la résistance à la

traction, l'allongement et la striction de ces alliages furent mesurés. Les résultats montrèrent qu'en général la ténacité et la ductilité de l'or s'accroissent par la présence de 0,2 °/₀ d'un élément étranger de plus petit volume atomique, tandis que ces propriétés sont diminuées si le volume atomique du corps ajouté est plus grand que celui de l'or. D'ailleurs les métaux les plus purs ne sont guère homogènes au point de vue mécanique. Sous l'influence des forces internes qui tendent à les faire cristalliser et de la tension superficielle due à la contraction qui se produit pendant le refroidissement, les molécules s'arrangent en groupes plus ou moins hautement organisés. Ces groupes sont séparés par des plans de clivage ou des joints qui sont souvent des surfaces de moindre cohésion, donc de faiblesse. C'est surtout le cas lorsque des gaz dissous se sont dégagés au moment où le métal se solidifiait. Dans les alliages aussi, l'homogénéité chimique disparaît souvent : des métaux libres, des composés définis, des alliages variés, se séparent de la solution, puis l'alliage eutectique, dernier résidu liquide, se solidifie à son tour, entourant les parties qui se sont déjà solidifiées. L'existence de ces derniers résidus liquides ou *céments* a été bien mise en lumière par les travaux de MM. Osmond et Werth. Il est donc possible de distinguer, dans les métaux, deux sortes de structures : la structure *visible* et la structure *moléculaire*. Dans le but de déterminer leurs relations mutuelles et l'influence qu'elles exercent chacune sur les propriétés mécaniques des métaux, les auteurs ont étudié au point de vue micrographique les échantillons d'or contenant 0,2 °/₀ d'impuretés dont ils s'étaient déjà servis. Ils ont trouvé qu'il n'y a aucune relation entre la structure d'une part, l'apparence des fractures, le point de fusion des éléments alliés et les propriétés mécaniques des alliages d'or, d'autre part. Un métallurgiste, qui examinerait la photographie de la coupe microscopique d'un morceau d'or allié à une petite quantité de potassium, aurait une opinion très favorable des propriétés mécaniques de l'alliage, tandis qu'à ce point de vue, c'est le plus mauvais de la série; d'autre part, l'alliage d'or et de zirconium semble, par sa structure, montrer une faiblesse déplorable, et cependant il possède une résistance à la traction et un allongement considérables. Les auteurs concluent qu'il est impossible de nier le rôle important que jouent, dans les propriétés mécaniques des alliages, les résidus qui restent liquides après que la majeure partie de l'alliage s'est solidifiée. Mais, pour que ces « céments » interviennent, il faut qu'ils aient une existence réelle; or, dans plusieurs alliages examinés, on n'a pu déceler leur existence; il ne faut toutefois pas être trop affirmatif sur ce point, car de nouvelles méthodes d'attaque pourraient mettre en lumière bien des faits nouveaux. Dans une autre partie de leur communication, les auteurs signalent le grand changement qui se produit dans la structure des alliages d'or avec le bismuth, le thallium et l'antimoine, lorsqu'on les recuit vers 250° dans l'acide sulfurique : les gros grains du métal se divisent en une multitude de petits grains polyhédriques. Cette transformation de la structure d'un métal à une température si éloignée de son point de fusion, et même du point de fusion de l'alliage eutectique, n'est probablement pas un fait isolé. La confirmation de ce phénomène pour d'autres métaux ouvre un nouveau champ à l'activité des chercheurs.

2° Sciences naturelles.

Sir John Evans, *Vice-Président de la Société Royale* : **Sur quelques instruments palæolithiques trouvés dans le Somaliland par M. H.-W. Seton-Karr.** — Ces outils, en silex et en quartzite, sont identiques à ceux que l'on trouve dans les dépôts pléistocènes de l'Europe du Nord-Ouest et en particulier dans la vallée de la Somme, et cette identité de forme suffit à fixer la date de leur fabrication à l'époque paléolithique, bien qu'on n'ait pas trouvé avec ces instruments de fossiles caractéristiques de cette période géologique. On est amené à conclure que, si ces outils n'ont pas été fabriqués par des hommes appartenant à la même race, ils ont été faits du moins par des hommes appartenant à des races entre lesquelles ont existé d'étroites relations. On a trouvé des instruments de silex analogues dans la vallée du Nil, l'Afrique du Nord, la vallée du Manzanarès, l'Italie centrale, etc., et à l'est du Somaliland, dans la vallée de l'Euphrate; des outils de quartzite, du même type, ont été recueillis dans les dépôts de latérite de l'Inde et dans l'Afrique australe.

Les découvertes de M. Seton-Karr ajoutent un anneau de plus à cette chaîne de témoignages, qui permettent peut-être de remonter jusqu'au berceau de la famille humaine et qui tendent à prouver l'unité de race entre les habitants de l'Asie, de l'Afrique et de l'Europe à l'époque paléolithique. M. Evans tient pour probable que la civilisation a marché de l'Est à l'Ouest.

Francis Gotch, M. A. F. R. S. et **G.-J. Burch** : **Sur les propriétés électromotrices de l'organe électrique du Malapterurus electricus.** — Les expériences ont porté sur l'organe électrique isolé et sur le poisson entier et vivant. L'organe isolé répondait aux excitations mécaniques ou électriques de ses nerfs (la réponse n'était pas modifiée par le curare à $\frac{1}{100}$ ou la solution d'atropine à $\frac{1}{100}$); le chlorure de sodium, la glycérine, les acides faibles ne provoquent aucune réponse. Les conclusions tirées par les auteurs de leurs recherches sont les suivantes : 1. L'organe isolé répond à l'excitation électrique de ses nerfs par des changements électromateurs monophasiques, manifestés par les courants électriques qui traversent les tissus de la tête à la queue; cette réponse suit l'excitation à un intervalle qui varie de 0,0035″ à 30° C. à 0,009″ à 5° C., l'intervalle est à peu près constant pour une température donnée. 2. La réponse consiste parfois en un seul changement électromoteur monophasique (choc) qui se produit avec une grande brusquerie et dure de 0,001″ à 0,005″, suivant la température; dans la grande majorité des cas, la réponse est multiple et consiste en une série de ces chocs, qui se produisent à intervalles réguliers, de 2 à 30 fois, l'intervalle entre chacun d'eux variant de 0,004″ à 30° C. à 0,01″ à 5° C., mais étant constant pour une température donnée. 3. Cette réponse, simple ou multiple, peut aussi être déterminée par le passage direct, à travers l'organe et les nerfs qu'il contient, d'un courant induit de même direction que le courant de réponse ou de direction opposée. 4. Le retard et la durée de la réponse sont presque les mêmes lorsqu'elle est produite par l'excitation du tronc nerveux ou par le passage du courant induit hétérodrome. 5. Il n'y a aucune preuve que la substance des lamelles électriques possède une excitabilité propre, c'est-à-dire puisse être excitée sans l'intermédiaire des nerfs. 6. L'organe et les nerfs qu'il contient répond beaucoup plus aisément au courant hétérodrome qu'au courant homodrome; avec ce dernier le retard de la réponse est considérablement accru. 7. Les réponses multiples varient en nombre de 100 par seconde à 5° C. à environ 280 par seconde à 35° C. 8. Un des facteurs de ce rythme périphérique est l'aptitude du tissu excitable à répondre au courant déterminé par sa propre activité (auto-excitation). 9. Chez le poisson vivant, les excitations mécaniques ou électriques de la peau au delà des limites de l'organe déterminent une réponse réflexe après un long retard (0,03″ à 0,3″) ; cette réponse réflexe consiste en groupes de chocs, dont chacun présente le rythme de la réponse multiple, mais est séparé du suivant par un long intervalle ; on a ainsi deux rythmes, l'un périphérique, l'autre central. 10. Chez le poisson vivant, l'excitation de la peau qui recouvre l'organe détermine

une réponse qui peut consister en une réponse périphérique directe suivie d'une réponse réflexe. 11. Le retard réflexe minimum total est à 20° C. de 0,023″, ce qui donne un temps d'excitation centrale d'environ 0,01″. 12. Le rythme central ou réflexe est à un taux maximum de 12 groupes de chocs par seconde, et à un taux moyen de 3 à 4 à la seconde. 13. Le nombre de groupes séparés de chocs, se produisant dans la réponse réflexe aux intervalles indiquées ci-dessus, a été de 2 à 5. 14. La f. é. m. de chaque changement dans la réponse dépend du nombre de lamelles et, pour 10 c. m. d'organe excité, n'est à coup sûr pas à 75 volts et est probablement beaucoup plus près de 150 volts. Le nombre de lamelles comprises dans un centimètre d'organe était de 180, ce qui donne une force électro-matrice minima de 0,04 volt et une force électro-motrice probable de 0,07 volt, pour chaque lamelle. Les auteurs concluent que, pour que chaque moitié latérale de l'organe soit innervée par les prolongements cylindraxiles d'une seule cellule nerveuse et n'ait pas d'excitabilité indépendante, les caractères spécifiques de la réponse réflexe de l'organe correspondent beaucoup plus étroitement que ceux du muscle aux changements de l'activité nerveuse centrale et sont probablement ceux même de l'activité d'une cellule nerveuse efférente isolée. La cellule nerveuse efférente isolée, dont l'activité est ainsi pour la première fois mesurée montre : (a), une période minima de retard de 0,008″ à 0,01″; (b), un taux maximum de décharges de 12 par seconde; (c), un taux moyen de décharges de 3 ou 4 par seconde; (d), une sensibilité à la fatigue qui se révèle par le fait qu'au taux ci-dessus deux à cinq décharges au plus se peuvent produire.

A. D. Waller, F. R. S. : **Observations sur le nerf isolé.** — Ce mémoire a pour but de déterminer graphiquement les relations qui existent entre la grandeur des changements électriques et l'intensité de l'excitation du nerf dans des conditions chimiques variées. La loi principale sur laquelle reposent ces recherches (elle a été démontrée par Dubois-Reymond et par Hermann), c'est que le protoplasma irrité est électro-négatif par rapport au protoplasma normal. La loi sur laquelle elles s'appuient secondairement est la loi mise en lumière par Hering : Le protoplasma au moment où cesse l'excitation est électro-positif par rapport au protoplasma normal. Dans le nerf de la grenouille, excisé et encore vivant, qui a paru pouvoir servir d'instrument approprié à ces recherches, un courant (courant de démarcation) se produit d'une partie moins excitée (la surface longitudinale L) à une partie plus excitée (la section transverse T); ce courant, pendant toute la durée de l'excitation du nerf par deux électrodes *c*, *c*, qui déterminent une tétanisation faible, plus marquée en L, subit une variation négative, dont la grandeur peut servir de signe de la grandeur des changements physico-chimiques produits dans le nerf par des excitations chimiques d'espèces diverses. On a pris soin de se mettre en garde contre les erreurs habituelles et d'obtenir une variation négative qui soit autant que possible exempte d'actions électrotoniques. On a, au moyen des anesthésiques, isolé les effets physiologiques des courants de leurs effets physiques. L'état physiologique du nerf a été étudié sous l'influence de courants tétanisants de basse et uniforme intensité, de durée uniforme (de 7 1/2 et ensuite de 15 secondes), et passant à intervalles uniformes (1 minute) dans les deux directions. La série de variations négatives détermine une série de déviations dans un galvanomètre, déviations qui sont enregistrées photographiquement. Le plan adopté pour ces recherches a été d'enregistrer pendant une série normale les déviations d'une certaine période, puis de soumettre le nerf à l'action d'un réactif, et d'enregistrer les déviations déterminées par l'excitation du nerf ainsi modifié. — 1° *Action des vapeurs anesthésiques.* Ces vapeurs ont été d'abord employées pour isoler les uns des autres les effets physiologiques et physiques des courants. Puis leur action a été étudiée avec plus de détails. Les vapeurs d'éther (éther ordinaire, chlorure, bromure et iodure d'éthyle) déterminent une abolition plus ou moins prolongée de l'excitabilité du nerf, qui est suivie par le rétablissement intégral de ses fonctions. Le chloroforme (et d'autres chlorométhanes et chloroéthanes) produisent une abolition de l'excitabilité plus prolongée encore et souvent définitive. En très petite quantité, l'éther et le chloroforme augmentent temporairement l'excitabilité. L'acide carbonique accroît l'effet anesthésique du chloroforme et combat son action toxique. L'oxygène, l'hydrogène, l'azote, l'oxyde de carbone, le protoxyde d'azote ont une action faible ou nulle. Le sulfure de méthane détermine un accroissement. l'acide cyanhydrique une disparition de l'excitabilité. L'acide carbonique, à faible dose, détermine une augmentation d'emblée de l'excitabilité; à dose élevée, une abolition ou une diminution, suivie d'un accroissement. — 2° *Action des réactifs solubles.* Le nerf est plongé pendant 1 minute dans une solution plus ou moins diluée du réactif, puis replacé sur les électrodes. L'eau distillée abolit graduellement l'excitabilité. Les solutions acides diluées $\left(\frac{M}{40} \text{ à } \frac{M}{10}\right)$ déterminent une augmentation de l'excitabilité, suivie par une diminution graduelle; les solutions acides concentrées $\left(\frac{M}{10} \text{ à } \frac{M}{5}\right)$ déterminent la diminution, puis l'abolition de l'excitabilité. L'action d'un acide dépend plutôt de l'acidité que de son avidité pour les bases, mais elle est aussi spécifique. Les acides acétique, nitrique et sulfurique au 10e ont des effets approximativement égaux. L'action de l'acide oxalique est moins marquée; celle de l'acide phosphorique plus faible encore, celle de l'acide lactique beaucoup plus intense. *Bases.* La potasse caustique est beaucoup plus active que la soude caustique. Les sels de potassium sont plus actifs que les sels de sodium. *Sels neutres.* Il résulte d'une série d'expériences faites sur les sels de potassium, de sodium et d'ammonium que dans l'action totale due à la molécule entière, prédomine l'influence de la base. Le chlorure de calcium en solution à $\frac{M}{10}$ augmente l'intensité de la dépense électrique; il est l'antagoniste du chlorure de potassium qui la diminue ou l'abolit. Le bichlorure de mercure en solution à $\frac{M}{100}$ supprime l'excitabilité. Les composés isomères diffèrent en efficacité. Des trois dioxybenzènes, la pyrocatéchine est la plus active, l'hydroquinone la moins active. — *Alcaloïdes et produits narcotiques.* Les plus actifs sont la cocaïne, la physostignine et l'aconitine; les moins actifs, la morphine, l'atropine et la muscarine. L'extrait d'opium est plus actif que le tartrate de morphine. Le chlorydrate d'aconitine est plus actif que l'aconine ou la pyraconitine, ou la pseudacantine ou la benzaconine, et il y a une étroite ressemblance entre les effets de l'aconitine et ceux de l'acide acétique, ressemblance qu'on peut attribuer à la présence d'un groupe acétyle. — 3. *Action du* CO^2 *sur le nerf et production de* CO^2 *par le nerf.* Une petite quantité de CO^2, celle, par exemple, qui est contenue dans l'air expiré détermine une augmentation marquée de la variation négative. On peut en inférer que s'il se produisait du CO^2 dans le nerf tétanisé, cette augmentation disparaîtrait. Or c'est là ce qui se vérifie dans des conditions variées. On en peut conclure que la tétanisation du nerf s'accompagne d'une production de CO^2 dans son épaisseur.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

7e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1896

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

Auguste Trécul. — La science française vient de faire une série de pertes cruelles. Après Résal, dont la *Revue* retracera prochainement l'œuvre, après Fizeau, à la vie et aux travaux duquel M. L. Poincaré rend aujourd'hui hommage [1], quelques jours avant l'illustre astronome Tisserand, voici que disparaît l'une des physionomies les plus curieuses de notre temps, celle du vénéré et très regretté Auguste Trécul.

Notre éminent collaborateur, M. Léon Guignard, a prononcé, au nom de l'Académie des Sciences, sur la tombe du savant botaniste que fut Trécul, le discours que voici :

« Messieurs — Membre de l'Institut depuis 30 ans, le regretté Confrère, auquel l'Académie des Sciences m'a confié le devoir d'adresser un dernier adieu, s'était placé de bonne heure au nombre des botanistes les plus éminents de notre temps.

« Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien) est né à Mondoubleau, dans le Loir-et-Cher, le 8 janvier 1818. Au sortir du collège de Saint-Calais, dans la Sarthe, il vint étudier la pharmacie à Paris et fut reçu interne des hôpitaux en 1841. Il n'avait pas encore l'âge nécessaire pour obtenir son diplôme quand il commença ses premiers travaux.

« C'était l'époque des A. Saint-Hilaire, Gaudichaud, A. Richard, A. de Jussieu, Moquin-Tandon, A. Brongniart, pour ne citer que les plus éminents parmi les botanistes de cette période, durant laquelle la Systématique et la Morphologie formaient le principal sujet d'étude. Déjà commençaient les observations plus spécialement anatomiques, qui devaient servir de base à la Physiologie, et vers lesquelles A. P. de Candolle et de Mirbel avaient les premiers senti la nécessité d'orienter la Botanique.

« Le jeune étudiant ne fut pas longtemps à chercher sa voie : dès le début, il se traçait un plan de recherches des plus vastes : l'étude de l'origine et du développement des divers organes de la plante, qu'il devait poursuivre pendant toute sa carrière.

« La variété et l'intérêt de ses travaux, dont les premiers remontent à l'année 1842, ne tardèrent pas à fixer l'attention et à montrer en lui un observateur sagace, capable d'étudier avec succès les sujets les plus divers. Aussi le Muséum d'Histoire naturelle s'empressa-t-il, en 1847, de lui confier une mission dans l'Amérique du Nord. Des circonstances spéciales donnaient alors à ce voyage un intérêt particulier. Une maladie, dont la cause était encore inconnue, sévissait avec violence, dans toute l'Europe, sur la Pomme de terre ; on redoutait l'anéantissement complet de la culture de cette plante. Le Ministre de l'Agriculture et du Commerce chargea Trécul de rechercher les racines féculentes usitées comme alimentaires par les tribus sauvages des régions qu'il allait explorer.

« Pendant son voyage, qui dura trois ans, Trécul traversa d'abord les Etats-Unis pour se rendre dans la contrée indienne. Suivant seul une tribu sauvage dans ses pérégrinations à travers les immenses prairies qui séparent les Etats-Unis des Montagnes Rocheuses, il recueillit des collections pour le Muséum et les plantes demandées par le Ministère : malheureusement, le navire les *Deux-Frères*, qui les apportait en France, sombra dans les parages des Açores.

« Le voyageur parcourut ensuite les Etats de l'Ouest et du Sud, le Texas, le Mexique septentrional, la Nouvelle-Orléans, d'où il revint avec de nouvelles et importantes collections.

« Au cours de ses longues et pénibles explorations, il n'avait pas perdu de vue ses études favorites, et de cette époque datent quelques-unes de ses remarques les plus intéressantes sur l'accroissement des arbres.

« Une discussion célèbre s'était élevée à ce sujet à l'Académie. C'est à Trécul que revient le mérite de l'avoir définitivement close. La série des observations et des expériences qu'il a poursuivies dans ce but, pendant plus de dix années consécutives forme un ensemble de travaux des plus remarquables ; elle constitue aujourd'hui encore la base de nos connaissances sur ce sujet fondamental. Ces expériences lui permirent en même temps de prouver l'existence de la sève élaborée dans les feuilles et d'en suivre la marche descendante à travers la tige.

[1] Voir plus bas, page 846.

« Bientôt après, il commençait ses belles recherches sur les Laticifères. Si les travaux ultérieurs, concernant ces organes, n'ont pas ratifié toutes les idées de notre confrère sur leur rôle physiologique dans la vie végétale, on sait du moins qu'il a contribué, plus que tout autre, à en faire connaître exactement la structure et la répartition dans le corps de la plante.

« Non moins importantes sont les observations qui lui sont dues sur une autre forme d'organes, souvent confondus avec les précédents : les canaux sécréteurs, dont il a montré les caractères distinctifs dans les nombreuses familles où ils se rencontrent. Ces observations constituent autant de monographies d'un haut intérêt pour l'histoire de l'un des chapitres les plus intéressants de l'Anatomie végétale.

« Je devrais encore rappeler ses études sur le développement des racines et des feuilles, sur l'origine des gommes et des mucilages, sur la localisation du tanin, et sur tant d'autres sujets. Il n'est pour ainsi dire pas de substance dans la cellule qui n'ait été l'objet de ses investigations et sur laquelle la Science ne lui soit redevable de données nouvelles intéressantes. Hautement apprécié, aussi bien à l'Etranger qu'en France, Trécul s'est montré l'un des anatomistes les plus habiles parmi ses contemporains; ses Mémoires resteront, longtemps encore, une source précieuse de documents pour l'avenir.

« Une œuvre aussi considérable témoigne d'un labeur incessant et d'une activité peu commune; elle aurait lieu de surprendre, si l'on ne savait qu'aucune considération étrangère à la science n'a réussi à en écarter un seul instant notre Confrère. Et, si l'on remarque que ses recherches ont été accomplies dans les conditions les plus restreintes, avec ses seules ressources, bien exiguës, hélas! la surprise se change en admiration.

« Au sortir des séances de l'Académie, qu'il fréquentait assidûment jusqu'au jour où l'affaiblissement de ses forces l'éloigna définitivement de nos réunions, il rentrait dans la modeste chambre d'étudiant où s'est écoulée la plus grande partie de son existence, et se remettait au travail.

« Il était d'une politesse grave, très bon sous une apparence de froideur; son esprit de justice, la rigueur de son honnêteté l'amenaient parfois à des scrupules de conscience poussés jusqu'à l'exagération et dont ceux-là seuls pouvaient s'étonner qui ne le connaissaient pas. Témoin le fait, suffisamment caractéristique, de la remise faite à l'Etat d'une partie des fonds alloués pour sa mission en Amérique et qu'il n'avait économisée qu'au prix de privations personnelles extraordinaires.

« Sollicité de divers côtés, à plusieurs reprises, d'accepter une chaire ou une fonction honorable qui lui permît de trouver un peu plus d'aisance, il déclina toutes les offres, dans la crainte, imaginaire, il va sans dire, de ne pouvoir poursuivre en toute liberté les recherches qui le passionnaient depuis sa jeunesse. Sa vie, pleine de dignité, n'a été qu'une longue journée de travail, exclusivement consacrée au culte désintéressé de la Science. »

Léon Guignard,

Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie, Membre de l'Académie des Sciences.

Louis Fizeau. — Le 18 septembre dernier est mort à Venteuil (Seine-et-Marne) l'un des plus nobles savants de ce siècle : Fizeau a succombé à l'âge de soixante-dix-sept ans, emporté par les cruelles souffrances d'un mal qui, depuis plusieurs mois, était venu terrasser sa vieillesse robuste encore.

Fils d'un médecin réputé, allié à une illustre famille de naturalistes, Fizeau fut élevé dans le culte de la science; une vocation prononcée l'entraîna de bonne heure vers l'étude de la Physique. N'étant pas contraint par les nécessités de la vie à chercher une profession rémunératrice, de goût modeste, de caractère indépendant, peu soucieux des honneurs, il résolut de se consacrer tout entier à des recherches désintéressées. Le récit de sa carrière est bref; nous le ferons complètement si nous disons que l'Institut lui décerna un grand prix en 1856, qu'il fut nommé, le 2 janvier 1860, à l'Académie des Sciences en remplacement du physicien Cagniard de Latour, qu'il fut appelé au Bureau des Longitudes en 1878, décoré en 1849 et officier en 1875; aussi bien sa vie a été bien plutôt marquée par des découvertes que par les événements d'une carrière officielle. Fizeau n'a voulu être qu'un savant, mais savant il fut dans la plus belle et la plus haute acception du terme.

L'éclat de ses travaux ultérieurs a un peu fait oublier ses débuts, et cependant, dès 1839, à l'âge de vingt ans, il se signalait déjà par de très heureuses recherches : c'était le moment où les physiciens commençaient à étudier les actions photographiques, cet inépuisable sujet qui nous réserve encore aujourd'hui tant de surprises; les découvertes de Daguerre avaient besoin d'être précisées. Fizeau publia sur la daguerréotypie d'intéressants résultats : c'est ainsi qu'il montra, par exemple, que l'on pouvait fixer le mercure qui adhérait jusque-là très mal à la plaque, en faisant chauffer un mélange de chlorure d'or et d'hyposulfite de soude qui laissait déposer un vernis solide d'or métallique. Mais ce qui mit le jeune physicien tout à fait en évidence, ce fut une heureuse et féconde collaboration avec Foucault; tout le monde connaît les recherches faites en commun par ces deux grands esprits : les premiers, en 1847, ils reconnurent l'existence d'une bande sans chaleur dans le spectre infrarouge; les premiers aussi, en 1849, ils montrèrent, par l'existence de différences de températures, que l'on pouvait produire des franges d'interférence avec des rayons infra-rouges; c'étaient, pour l'époque, des résultats d'une haute portée philosophique, et qui ne devaient pas contribuer pour peu à établir définitivement l'identité en principe de la chaleur rayonnante et de la lumière; on n'ignore pas non plus qu'ils parvinrent à montrer, par un ingénieux procédé, les interférences produites par une grande différence de marche, et l'on sait quels résultats ils obtinrent dans leurs études sur la polarisation rotatoire.

Les travaux accomplis par Fizeau seul sont d'une puissance presque plus grande encore; on peut dire qu'il a justifié cette prédiction faite par le grand Arago et que rappelait l'autre jour, dans son discours d'une éloquence si émue, l'illustre physicien qui préside en ce moment l'Académie des Sciences : « Fizeau nous rendra Fresnel ». La hardiesse de ses expériences, la haute portée des résultats obtenus ont fait de lui, sans conteste, le glorieux héritier scientifique du fondateur de l'Optique moderne. En 1848, Fizeau publia un travail qui ne fit pas alors toute l'impression qu'il aurait dû produire : précisant un principe énoncé par le physicien allemand Döppler, il montra expérimentalement que le mouvement du centre d'un ébranlement sonore influe sur la hauteur du son, et que pareillement un mouvement très rapide attribué à un corps lumineux ou à l'observateur doit altérer la longueur d'onde des rayons qui composent la lumière reçue; de là découle un moyen merveilleux d'étudier la marche des astres : ce n'est pas seulement leur constitution, mais encore leur mouvement que la spectroscopie peut nous dévoiler, et si les difficultés expérimentales que l'on rencontre dans l'application de la méthode n'ont pas encore permis d'en tirer tous les résultats qu'elle semble promettre, on est autorisé à penser qu'elle réserve une riche moisson pour l'avenir.

C'est l'année suivante, en 1849, que Fizeau publia son travail le plus généralement connu : il parvint le premier à mesurer directement, sur un espace de quelques kilomètres, l'effrayante vitesse de la lumière, mais il n'est pas besoin d'insister sur la méthode et sur les résultats, chacun les a présents à la mémoire. Parmi tant d'autres belles recherches, il faut choisir, dans l'impossibilité de tout citer; mais on ne saurait passer sous silence l'heureuse application des phénomènes d'interférences à l'étude des dilatations des

cristaux : les résultats obtenus par Fizeau sont d'une précision inconnue jusque-là, et la méthode de mesure qu'il a instituée reste un modèle d'exactitude et de délicatesse ; on ne peut non plus oublier les profondes études sur l'entraînement de l'éther : par une expérience théoriquement très simple, l'entraînement, pourtant si faible, des ondes lumineuses par un milieu en mouvement était mis en évidence.

Depuis quelques années, Fizeau vivait un peu à l'écart, mais il était resté un spectateur singulièrement avisé du mouvement scientifique contemporain, un critique d'une autorité incontestée ; les jeunes générations avaient appris à respecter son nom et à admirer son œuvre, sa gloire paraissait déjà consacrée par le temps, et son nom se rangeait à côté de ceux des Fresnel et des Arago ; il restera éternellement cité parmi ceux que l'on pourrait appeler les classiques de la science.

Lucien Poincaré,
Professeur adjoint à la Sorbonne.

§ 2. — Chimie.

Le pouvoir explosif de l'Acétylène. — Depuis que l'acétylène est à l'ordre du jour, les uns ont vanté sa facile production, son grand pouvoir éclairant ; d'autres ont insisté sur les dangers que peut présenter son emploi : sa toxicité et son pouvoir explosif.

Des expériences récentes de M. Gréhant ont montré que l'acétylène est moins toxique que le gaz d'éclairage ; nous sommes donc rassurés sur le premier point.

D'autre part, en raison de ce fait que l'acétylène C^2H^2 est un gaz endothermique, c'est-à-dire formé avec absorption de chaleur (61 calories), on l'a considéré comme éminemment explosif. M. Berthelot a, en effet, montré, il y a longtemps déjà, qu'une petite cartouche de fulminate de mercure peut, en éclatant au milieu d'une masse de gaz acétylène, en déterminer la décomposition violente en carbone et hydrogène. Aucun autre renseignement précis n'était jusqu'ici connu sur les cas d'explosions possibles. MM. Berthelot et Vieille viennent de combler ce vide par une série d'expériences très concluantes qui font l'objet de leur dernier mémoire présenté à l'Académie des Sciences.

Ils ont constaté que, si l'on provoque en un point la décomposition de l'acétylène C^2H^2 en $C^2 + H^2$, soit au moyen d'une amorce au fulminate de mercure, soit par l'incandescence d'un fil métallique, cette décomposition ne se propage pas si le gaz est à la pression atmosphérique ; mais à des pressions supérieures à deux atmosphères, la propagation a lieu dans toute la masse et avec une grande rapidité. A une pression de 21 kilogrammes par centimètre carré, par exemple, en 18 millièmes de seconde, la décomposition amorcée en un point s'est propagée à 4 mètres dans un tube de 2 centimètres de diamètre ; la pression, après l'explosion, était décuplée ; tout le carbone se retrouvait amorphe sur les parois du tube, qui renfermait, en outre, de l'hydrogène pur. La température considérable, produite par cette décomposition, peut être évaluée approximativement à 2.750°. Dans l'acétylène liquéfié, l'explosion se propage un peu moins vite, mais la pression produite peut être considérable : elle a atteint, dans une expérience, 5.564 kilos par centimètre carré. La figure 1 montre les débris d'une bouteille pleine d'acétylène liquide qui explosa par l'action d'une amorce.

Pratiquement, quelles sont les causes qui pourront élever assez la température en un point d'un récipient d'acétylène comprimé ou liquéfié, pour en déterminer l'explosion ?

Fig. 1. — *Morceaux d'un récipient chargé d'acétylène liquide, après explosion du contenu au moyen du fulminate* [1].

MM. Berthelot et Vieille ont étudié l'effet de chocs répétés : des récipients d'acier renfermant de l'acétylène comprimé à 10 atmosphères, ont pu être soumis à des chocs violents et même à l'écrasement sous un mouton de 250 kilos, tombant de 6 mètres sans produire d'explosion.

D'autre part, un récipient en fer forgé, plein d'acétylène comprimé, a été frappé également sans explosion par une balle animée d'une vitesse suffisante pour percer la paroi antérieure et déformer la paroi opposée.

Toutefois l'écrasement par le mouton d'un récipient chargé d'acétylène liquide amena une explosion, probablement due à ce fait que des étincelles se produisirent pendant le choc et enflammèrent le mélange tonnant d'air et d'acétylène gazeux qui se forme au moment de la rupture du récipient. La figure 2 représente le récipient après l'explosion ; on voit que l'aspect est tout autre que dans la figure 1 et que l'explosion n'est pas due aux mêmes causes.

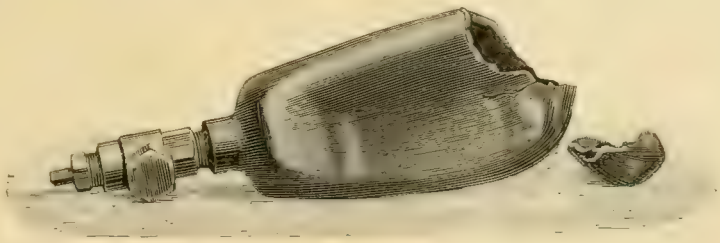


Fig. 2. — *Aspect d'un récipient chargé d'acétylène liquide, après avoir été soumis à l'écrasement par un mouton de 250 kilos.*

D'autres causes peuvent encore produire une élévation locale de température : telles sont l'action d'une petite quantité d'eau sur une assez grande masse de carbure de calcium, ou la compression brusque du gaz dans un détendeur ; mais il semble facile d'éviter que des cas pareils se produisent.

En somme, l'acétylène qui, mélangé à l'air, forme des mélanges très détonants, ne paraît pas être d'un maniement particulièrement dangereux en vase clos et *sous pression normale* ; ce gaz explosif ne fera jamais explosion, moyennant quelques précautions faciles à déduire des expériences de MM. Berthelot et Vieille.

Marcel Guichard.

[1] Ces figures ont été obligeamment prêtées à la *Revue* par l'*Académie des Sciences* et MM. Gauthier-Villars.

§ 3. — Paléontologie.

La nouvelle Galerie de Paléontologie du Muséum. — M. le Professeur Gaudry, que nous avons prié de renseigner nos lecteurs sur l'aménagement en cours de la nouvelle galerie destinée à ses collections, nous a fait l'honneur de nous adresser la lettre suivante, au sujet de cette œuvre qui se poursuit sous sa direction :

Cher Monsieur, — Vous me demandez une note sur notre nouvelle galerie de Paléontologie du Muséum. Je vous remercie de vous intéresser à nos vieilles créatures des temps géologiques. Je ne suppose pas que notre nouvelle galerie soit ouverte avant le milieu de l'année prochaine. De nombreux travaux d'aménagement intérieur sont encore à exécuter. La vitrerie, notamment, n'est pas achevée, de sorte que nous ne pouvons pas opérer le déménagement des petits échantillons. Cependant le plus difficile est fait, tous nos grands squelettes sont en place. Ce n'était pas chose aisée de faire voyager le *Palæotherium magnum*, le *Macrotherium*, le Mastodonte, l'Éléphant de Durfort, le *Megatherium*, le *Glyptodon*, le *Scelidotherium*, la *Testudo* de Perpignan, etc. Les fossiles ont été restaurés et consolidés par notre habile mouleur, M. Barbier. Nous éprouvons à les regarder en bon état, le même plaisir qu'on ressent en présence d'amis qui arrivent d'une expédition dangereuse.

On en verra plusieurs nouveaux, et d'autres tellement modifiés, qu'on aura de la peine à les reconnaître. Le *Megatherium* est redressé et embrasse un arbre avec ses griffes énormes; le *Cervus megaceros* porte sans ferrures apparentes ses bois immenses; plusieurs des gros fossiles qui surmontent les armoires, sont disposés de manière à tourner sur leur support pour présenter leurs diverses faces. Toutes les pièces montées, destinées aux vitrines murales, ont dû être transformées, parce qu'elles vont être sur des glaces, et qu'alors il faut les mettre à jour au moyen de supports en cuivre, au lieu de les appuyer sur des socles en bois, comme cela avait lieu auparavant.

L'aménagement de nos collections d'Invertébrés exige une installation absolument nouvelle, car elles n'avaient jamais été placées sous les yeux du public. Il y a là un travail qui exige une patience infinie : c'est, je vous assure, une chose admirable que la vie de nos employés du Muséum, qui sculptent, raccommodent, brossent, classent, déterminent nos milliers d'os et de coquilles; il faut pour cela une grande science avec un rare désintéressement : nos fossiles sont des énigmes qui ne se laissent pas facilement deviner. Cependant, peu à peu, au moyen de leurs débris souvent informes et incomplets, on refait l'histoire du monde et on découvre devant les esprits charmés des penseurs d'immenses horizons jusqu'alors inconnus.

Notre Musée sera une galerie de l'histoire de la vie; les fossiles y seront rangés dans un ordre chronologique.

A l'entrée, on apercevra les premiers animaux, assez chétifs; à mesure qu'on avancera dans la galerie, on trouvera des êtres moins anciens et plus développés, et, vers l'extrémité, on contemplera les créatures les plus gigantesques et les plus perfectionnées. Ce sera la première fois qu'on verra dans le Jardin des Plantes une collection de Paléontologie; les fossiles étaient soit disséminés entre les différents services, soit placés dans nos laboratoires où ils étaient à la disposition des hommes de science, mais n'étaient pas visibles pour le public. Enfin, les travailleurs pourront étudier facilement les trésors des temps géologiques. J'espère que le nouveau Musée fera honneur à la science française.

Veuillez agréer, etc...

Albert Gaudry,
Professeur-Administrateur au Muséum
Membre de l'Académie des Sciences.

§ 4. — Hygiène.

Inauguration de l'Institut Verneuil. — L'Institut Verneuil, ainsi nommé en mémoire du maître éminent qui a tant fait pour la lutte contre la tuberculose, est destiné aux jeunes tuberculeux guérissables et aux candidats à la tuberculose. Il est situé à Escoublac-la-Baule dans la Loire-Inférieure. C'est le premier établissement payant de ce genre. Il a été fondé par M. Pallu, bien connu pour la grande part qu'il a prise à la création des hôpitaux marins, et par des capitalistes intelligents, qui ont compris que cette œuvre humanitaire pouvait être utile à leurs intérêts en même temps qu'aux malades. L'Institut, placé dans une excellente situation, à mi-chemin entre La Baule et le Pouliguen, sur le bord même de l'Océan, au voisinage d'immenses bois de sapins, sera aussi favorable aux malades que la belle station d'Arcachon.

Cet établissement, qui n'est encore que partiellement construit, comprendra, lorsqu'il sera terminé : 1° L'Institut proprement dit, maison d'éducation, d'instruction et de traitement tout à la fois, où seront accueillis les enfants atteints de tuberculose externe, mais non de tuberculose pulmonaire et justiciables du traitement marin prolongé; 2° un collège où seront reçus les enfants délicats, auxquels la prophylaxie marine aura été recommandée afin de les soustraire à l'invasion possible de la tuberculose.

Une partie seulement du pavillon central est actuellement construite et permettra de recevoir 60 enfants, garçons et filles, répartis en deux divisions entièrement distinctes l'une de l'autre. Ces enfants seront installés dans des chambres de 4 lits chacune parfaitement aménagées, dans des conditions simples, mais confortables qui doivent correspondre aux règles les plus strictes de l'hygiène.

L'inauguration a eu lieu dimanche 27 septembre, en présence d'un grand nombre de personnes. Le conseil médical est composé des docteurs Poisson et Bertin, de Nantes, et Kergistel, du Croisic.

Dr H. Petit.
Secrétaire de l'œuvre de la Tuberculose.

§ 5. — Géographie et Colonisation.

Les Anglais à Zanzibar. — On sait qu'une tentative de révolution a eu lieu à Zanzibar dans les derniers jours du mois d'août. Le Sultan Saïd Hamid étant mort subitement, son oncle Saïd Kalid l'a fait enterrer à la hâte, et, sans l'assentiment du Gouvernement anglais, s'est proclamé Sultan. Mais les Anglais avaient un candidat, Saïd Hamoud. Ils ont bombardé le palais, dans lequel, à la tête de 700 hommes, Kalid s'était fortifié, l'ont contraint à la fuite et ont proclamé leur protégé. Kalid a trouvé asile et protection au Consulat allemand, ce qui aggrava la tension des rapports, déjà fort peu cordiaux, entre Londres et Berlin.

La situation politique et commerciale des Anglais à Zanzibar est trop solidement établie pour être à la merci d'une révolution de palais.

Bien que, le 10 mars 1862, les Gouvernements Français et Anglais aient, d'un commun accord, reconnu son indépendance, le Sultan de Zanzibar est devenu graduellement le vassal de l'Angleterre. En particulier, le Consul Sir John Kirk a longtemps exercé sur le Sultan Saïd Bargach une puissante action personnelle. Il était son ami, son conseiller, et dirigeait officieusement sa politique. La population de Zanzibar avait coutume de dire de lui : « Il tranche toutes les paroles », c'est-à-dire : « C'est lui qui prend toutes les décisions. » En 1890, cette situation de fait s'est transformée en une situation de droit. A la suite de conventions conclues, l'une le 1er juillet avec le Gouvernement Allemand, l'autre le 5 août avec le Gouvernement Français, le Protectorat Anglais a été officiellement établi à Zanzibar.

Le chef réel du Gouvernement est l'Agent et Consul général d'Angleterre; les fonctionnaires sont Anglais.

Le Sultan ne dispose plus librement de ses revenus. Il touche une liste civile annuelle de 10.000 livres sterling. Toute l'autorité a glissé de ses mains.

Les Anglais ne sont pas moins puissants sous le rapport économique. Le commerce zanzibarite est presque totalement exercé par des Hindous musulmans (Hindis) ou bouddhistes (Banians). Leur présence s'explique aisément : la périodicité des vents de mousson facilite les rapports entre la côte orientale d'Afrique et la côte de Malabar.

Les uns ne sont que d'humbles tenneurs d'échoppes, dont tout l'avoir n'excède pas 100 roupies. D'autres passent pour millionnaires. Ils revendent très cher l'ivoire qu'ils reçoivent à bon compte des Arabes, qui le recueillent dans l'Afrique centrale. Ils font aussi la banque et avancent à ceux-ci, à de gros intérêts, les sommes nécessaires à leur trafic. Or ces commerçants, même établis hors de l'Inde anglaise, restent sujets britanniques. Les agents anglais favorisent leur négoce et les soutiennent dans leurs conflits avec leurs clients arabes. Le grand trafiquant Abed bin Salim, qui reçut les explorateurs von Wissmann et Pogge, à Nyangoué, en 1882, avait contracté de grosses dettes vis-à-vis des marchands hindous, en laissant s'accumuler, à des taux usuraires, les intérêts de ses emprunts. Depuis vingt-quatre ans, il s'était gardé de paraître à la côte. Mais, en 1884, le Sultan Saïd Bargach, obéissant à des influences anglaises, le contraignit à venir à Zanzibar, où il se ruina en s'acquittant.

D'ailleurs, les Anglais défendraient, au besoin, avec d'autant plus d'ardeur cette situation, qu'ils font actuellement de gros efforts pour développer leur colonie voisine de l'Afrique orientale. Ils ont fini par évincer de l'Ouganda les missionnaires catholiques français, qui conserveront l'honneur impérissable d'avoir, les premiers, apporté dans ce pays barbare un peu de civilisation et beaucoup de charité. Ils ont récemment annexé à l'Ouganda deux contrées voisines : l'Ounyovo et l'Ousoga. Ils se préoccupent fort de la construction de cette voie ferrée, allant de Mombaza au lac Victoria, dont le projet a été approuvé par le Parlement.

Enfin, les Anglais sont décidés à tenir Zanzibar, parce que, d'une façon générale, c'est le point le plus important de la côte, parce que c'est là qu'aboutissent toutes les affaires de l'intérieur. Les nègres ont résumé l'importance de cette situation sous une forme pittoresque, où perce leur humeur joyeuse : « Quand on danse dans l'Afrique orientale, disent-ils, c'est qu'on joue de la flûte à Zanzibar. » Les Anglais ne veulent pas qu'on danse sans leur permission et entendent rester les joueurs de flûte.

Henri Dehérain.

Fig. 3. — *Rapports géographiques de l'île de Zanzibar avec les Etats voisins de la Côte.*

Fig. 4. — *Portion de la figure précédente à plus grande échelle pour montrer la configuration de l'île de Zanzibar.*

Bibliographie des travaux géographiques. — Nos lecteurs, surtout ceux qui s'intéressent spécialement aux sciences géographiques, à la Géographie commerciale, à l'Exploration et à la Colonisation, nous sauront gré de leur signaler le relevé bibliographique et analytique des travaux géographiques de 1895, tout récemment dressé par les *Annales de Géographie*.

Non contents de tenir le public au courant des faits nouveaux qui se produisent et des tendances nouvelles qui se font jour dans l'étude scientifique de la Terre, de ses produits et de ses habitants, les directeurs des *Annales* ont voulu doter les travailleurs d'un instrument de recherche infiniment précieux : tous les ans ils publient, dans ce but, le recueil des principaux mémoires relatifs à la Géographie parus au cours de l'année précédente. Ces recueils bibliographiques et analytiques font partie de la collection des *Annales*, dont ils constituent, chaque année, une livraison particulière. Mais — ce qui les rend accessibles au grand public — chacun d'eux est édité aussi sous la forme d'un volume indépendant [1].

[1] *Annales de Géographie : Bibliographie de l'année* 1895, 1 vol. in-8° (Prix : 5 fr.). A. Colin et Cie, Paris, 1896.

535,3 }
537,53 }

LA FLUOROSCOPIE

APPLICATION DES RAYONS X A LA VISION DIRECTE DES ORGANES INTERNES

La découverte du Professeur Röntgen, dont l'importance au point de vue scientifique est capitale, a intéressé vivement le public par une de ses applications : la possibilité de photographier des objets placés dans des conditions où ils sont invisibles pour nous. L'image du squelette d'une main vivante, reproduite par tous les journaux illustrés, a montré que la Chirurgie et la Médecine trouvaient dans ce procédé un nouvel élément de diagnostic; et, en effet, grâce aux perfectionnements successifs apportés au manuel opératoire, on a pu déjà obtenir des renseignements précis et précieux dans un certain nombre de cas difficiles. D'autres applications de ce procédé ont été faites, et il est possible que celui-ci devienne d'un emploi beaucoup plus étendu qu'on ne pouvait le penser tout d'abord.

Mais, quelle que soit la simplicité à laquelle on est parvenu, l'obtention d'un cliché exige quelques manipulations et un certain temps. Il serait plus avantageux de pouvoir éviter les unes et épargner l'autre, et c'est à quoi l'on arriverait en se plaçant dans des conditions telles qu'on pût *voir* directement les parties que montrerait l'épreuve photographique. Ces conditions sont réalisables facilement, ainsi que nous allons le dire.

Nous ne pensons pas cependant que la radiographie, comme on appelle maintenant la photographie par les rayons Röntgen, doive être abandonnée. Il y a toujours intérêt à conserver un témoin matériel plutôt que de se fier à une impression fugitive. Outre qu'il peut y avoir utilité à comparer avec certitude deux états d'un même corps, d'un os fracturé par exemple, à deux époques différentes, comparaison qui ne peut être complète par le simple souvenir de ce qu'on a vu, dans bien des circonstances l'étude de l'épreuve permettra de découvrir des particularités qui avaient échappé à l'examen direct, ainsi qu'il est arrivé dans l'application de la photographie à l'étude des astres.

Il n'en est pas moins vrai que cet examen direct, facilement réalisable, rendra de très grands services. Quoique les faits sur lesquels le procédé repose aient été signalés *passim* dans les divers articles que la *Revue générale des Sciences* a déjà consacrés aux rayons Röntgen [1], il ne sera sans doute pas inutile d'exposer, avant une indication sommaire de la technique, les principes mêmes de la méthode qui, notamment, permet aujourd'hui, sans rien introduire dans le corps d'un animal ou d'un homme vivants, d'en explorer du dehors les parties profondes, en un mot de rendre perceptibles à l'observation oculaire certaines dispositions internes des organes.

I

La production de la sensation lumineuse est liée à la mise en action du nerf optique : dans les conditions ordinaires, normales, de la vision, celle-ci se produit lorsque certaines radiations viennent rencontrer la rétine; ce sont seulement les radiations moyennes du spectre, celles dont la longueur d'onde varie entre $0^{\mu},42$ et $0^{\mu},62$ environ qui agissent; les radiations comprises en dehors de ces limites sont absorbées par les milieux de l'œil, ou, si elles ne sont pas absorbées en totalité, ne donnent pas naissance à la sensation lumineuse.

Les sensations lumineuses se différencient notamment par la couleur : celle-ci est liée à la longueur d'onde lorsqu'il n'arrive à l'œil que des radiations de même réfrangibilité ; dans le cas contraire, la couleur dépend de la réfrangibilité des diverses radiations qui constituent le faisceau composé et de leur intensité relative. Lorsque la totalité des radiations de la lumière solaire arrive à l'œil, on a la sensation de la couleur blanche.

[1] Sur la photographie de l'invisible et les rayons X, la *Revue* a publié les articles suivants :

H. Poincaré : Les rayons cathodiques et les rayons de Röntgen, *Rev. gén. des Sc.* du 30 janvier 1896, p. 52.

W. Röntgen : Expériences sur un nouveau genre de rayons, *ibidem*, p. 59.

A. Schuster : Remarque au sujet des vues théoriques de M. Röntgen, *ibidem*, p. 64.

J. Bottomley : Les vibrations longitudinales de l'éther à propos des rayons Röntgen, *ibidem*, p. 65.

J. Perrin : Étude expérimentale des rayons de Röntgen, *ibidem*, p. 67.

L. Dufour : Expériences sur les rayons de Röntgen, *Rev. gén. des Sc.* du 29 février 1896, p. 191.

C. Raveau : Les faits nouvellement acquis sur les rayons de Röntgen, *Rev. gén. des Sc.* du 15 mars 1896, p. 249.

O. Lodge : Les hypothèses actuelles sur la nature des rayons de Röntgen, *ibidem*, p. 253.

Lord Kelvin : Expériences à tenter sur les rayons de Röntgen, *ibidem*, p. 258.

C. Raveau et G. Meslin : La technique et les récentes applications de la photographie de l'invisible, *Rev. gén. des Sc.* du 30 avril, p. 391.

W. Röntgen : Nouvelles recherches sur les propriétés et l'origine des rayons X, *Rev. gén. des Sc.* du 30 mai 1896, p. 499.

A. Imbert et H. Bertin-Sans : Radiographie du corps entier d'un enfant, *Rev. gén. des Sc.* du 30 juin 1896, p. 556.

G. Gouy et J. Lucas : Sur les tubes focus, *Rev. gén. des Sc.* du 30 juillet, p. 668.

Généralement, les radiations qui provoquent les sensations lumineuses proviennent directement ou indirectement d'un corps porté à une température élevée : le soleil, une flamme, un corps incandescent, l'arc électrique, etc. Exceptionnellement, elles peuvent émaner d'un corps à basse température : le phosphore placé dans une atmosphère oxygénée, les corps dits phosphorescents, les animaux phosphorescents.

Considérons le cas d'un faisceau lumineux qui serait composé, sinon de radiations identiques, au moins de radiations différant très peu les unes des autres par leur réfrangibilité et donnant une sensation lumineuse correspondant à ce qu'on appelle une couleur simple. Devant l'œil, sur le trajet de ce faisceau, interposons une lame d'un certain corps. Trois effets différents peuvent être observés : la sensation peut ne subir aucune modification à la suite de cette interposition ; elle peut être affaiblie ; elle peut être supprimée. On explique ces résultats en admettant que dans le premier cas le corps n'a rien changé aux radiations qui l'ont traversé, il est dit alors *transparent* pour ces radiations ; dans le second cas, le corps aurait arrêté, *absorbé* une partie des radiations : il en arrive donc une moindre quantité à l'œil, la sensation doit être plus faible ; enfin, dans le troisième cas, le corps a absorbé la totalité des radiations, rien n'arrive plus à l'œil, le corps est dit *opaque* pour la radiation considérée.

La transparence et l'opacité n'ont rien d'absolu et dépendent notamment de l'épaisseur de la couche traversée ; mais c'est là un point sur lequel il est inutile d'insister ici. Quant à l'absorption partielle, quand elle se produit, elle croît rapidement à mesure que l'épaisseur augmente.

Il est important de remarquer que si, avec le même faisceau de radiations, on emploie un autre corps, on pourra, suivant la nature de ce dernier, observer soit un effet analogue, soit un effet différent, la transparence étant remplacée par l'opacité, par exemple, ou inversement.

Si l'on fait usage du même corps avec un faisceau de radiations simples d'une autre nature, on pourra observer tantôt le même effet et tantôt un effet différent.

En un mot, l'opacité, l'absorption plus ou moins grande, la transparence dépendent aussi bien de la nature du corps considéré que de celle du faisceau de radiations.

Les remarques que nous venons de faire s'appliquent à toutes les radiations et non pas seulement aux radiations moyennes qui font naître les sensations lumineuses. C'est ainsi, par exemple, que l'eau qui, en couches peu épaisses au moins, laisse passer également à peu près toutes les radiations moyennes, intercepte les radiations peu réfrangibles (radiations infra-rouges), tandis qu'une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone, qui est transparente pour ces dernières, est opaque pour les radiations moyennes, les arrête totalement.

En appliquant les remarques précédentes au cas où le faisceau lumineux est complexe, où il est composé d'un nombre plus ou moins grand de radiations de diverses réfrangibilités, on arrive à se rendre compte des conditions optiques auxquelles est liée la coloration des corps. Mais c'est là un sujet qui est sans intérêt direct pour la question spéciale dont nous avons à nous occuper.

II

Comme nous l'avons dit, si les sources de lumière le plus souvent utilisées sont des corps portés à une température élevée, température qui dépasse 450°, quelquefois de beaucoup, des corps à la température ambiante ou en différant très peu peuvent émettre des radiations susceptibles de donner naissance à la sensation lumineuse : ce sont les corps dits phosphorescents ou fluorescents, dont l'étude complète nous entraînerait trop loin. Aussi, laissant de côté les cas où la phosphorence est produite par des êtres vivants, ceux dans lesquels le phénomène est certainement lié à une action chimique aisément appréciable ou ceux dans lesquels il est provoqué par une action mécanique, par le clivage, par la cristallisation, nous dirons quelques mots seulement de ceux où l'action est due à l'influence des radiations.

En dépit d'une opinion assez répandue, il ne semble pas que le phénomène de la phosphorescence ait été réellement signalé avant le XVIIe siècle. Ce serait un artisan de Bologne, Vincenzo Casciorolo (ou Calciarolo), qui, en 1602 ou 1603, découvrit qu'une pierre luisante et très pesante, qu'il avait calcinée, présentait la propriété de rester lumineuse quelque temps après son exposition à la lumière, en donnant une lueur qui s'affaiblissait graduellement. Cette pierre était du sulfate de baryte que la calcination avait transformé en sulfure de baryum.

Tel est le caractère de la phosphorescence : un corps, après avoir été soumis à l'action de radiations, reste lumineux dans l'obscurité pendant plus ou moins longtemps, sans que cependant sa température diffère d'une manière appréciable de la température ambiante. Disons immédiatement que l'explication de ce phénomène n'est pas encore connue, quoique les corps phosphorescents aient fait le sujet de nombreuses recherches.

Le phénomène lui-même paraît produit par

Fig. 1. — *Fœtus humain traversé par les rayons X.* — L'expérience montre l'état d'avancement de la constitution du squelette à l'intérieur du corps du fœtus. — (Communiqué par M. E. Colardeau.)

l'émission de radiations qui ne diffèrent pas, au fond, des radiations émises par les corps lumi-

Fig. 2. — *Même fœtus traversé, dans une autre position, par les rayons X.* — (Communiqué par M. E. Colardeau.)

neux ordinaires. On peut répéter avec les corps phosphorescents les diverses expériences aux-

quelles donnent lieu les corps incandescents, ce qui justifie l'hypothèse que nous venons d'indiquer. Les radiations émises par les corps phosphorescents sont susceptibles de se réfléchir et de se ré-

fracter : on peut mesurer leur longueur d'onde, leur indice de réfraction ; pour une réfrangibilité donnée, une de ces radiations se comporte, à l'intensité près, comme, par exemple, la radiation du spectre solaire qui aurait la même réfrangibilité.

D'autre part, ces radiations peuvent agir sur les substances sensibles employées en photographie ; elles peuvent aussi, quoique faiblement, produire la phosphorescence des substances phosphorescentes.

L'étude des corps qui peuvent devenir phosphorescents a été faite par divers savants, parmi lesquels il convient de citer spécialement Edmond Becquerel, puis M. Henri Becquerel. On n'est pas encore parvenu à déterminer les conditions qui font qu'un corps est ou n'est pas phosphorescent ; on sait cependant, sans pouvoir l'expliquer, que cette propriété est liée à l'état physique, que, par exemple, le platinocyanure de baryum, phosphorescent à l'état cristallin, cesse de l'être quand il est pulvérisé ; on sait aussi que, dans le même état physique, le degré de pureté des corps intervient, et ce fait est tellement net qu'on a été conduit à se demander si, dans certains cas au moins, la phosphorescence ne serait pas due à ces impuretés mêmes.

La phosphorescence dépend aussi de la composition du faisceau lumineux que l'on fait agir : pour l'exciter d'une manière générale, les radiations les plus réfrangibles paraissent avoir la plus grande action : ainsi, les radiations ultra-violettes, qui ne donnent pas naissance à la sensation lumineuse, sont le plus souvent très actives. On a même utilisé cette propriété pour l'étude du spectre ultra-violet.

Il n'y a pas, d'ailleurs, de relations directes entre la nature des radiations incidentes et celle des radiations émises par le corps phosphorescent soumis à l'action des premières. Cependant, d'une manière générale, on peut dire que les radiations provoquées ainsi sont moins réfringentes que celles auxquelles est due la production du phénomène. C'est là ce qu'on appelle la *loi de Stokes* [1].

Ajoutons, pour terminer, que la durée de la phosphorescence est très variable : si, dans certains cas, elle est d'une petite fraction de seconde, dans d'autres cas elle peut durer plus d'un jour.

Il ne semble pas qu'il y ait de différences dans la nature du phénomène, quelle que soit sa durée : cependant, ordinairement on lui réserve le nom de *phosphorescence* lorsque cette durée est facilement appréciable, et on désigne sous le nom de *fluorescence* la phosphorescence de très courte durée [2].

Nous terminerons ce rapide résumé par une remarque qui peut n'être pas sans importance : les radiations émises par les corps phosphorescents ont été étudiées surtout à l'aide des sensations lumineuses qu'elles provoquent, c'est-à-dire qu'on s'est occupé surtout des radiations moyennes. L'étude des radiations infra-rouges et celle des radiations ultra-violettes émises par les corps phosphorescents est moins avancée.

Fig. 3. — *Petit poisson vivant traversé par les rayons X.* — On voit ainsi les pièces de son squelette et sa vessie natatoire. — (Communiqué par M. Colardeau.)

III

Nous avons dit que la phosphorescence peut être produite par des actions autres que celle de la lumière ; parmi celles-ci, il en est une sur laquelle nous devons nous arrêter : c'est l'action de l'électricité.

On sait, en effet, que les parois des tubes de Geissler peuvent devenir fluorescentes lorsque les électrodes de ces tubes sont reliées aux extrémités du

[1] On sait aujourd'hui que cette loi n'est pas absolue, mais il est sans intérêt actuel d'insister sur ce point.

[2] La loi de l'affaiblissement de l'intensité lumineuse a été étudiée par M. H. Becquerel, elle est complexe.

fil d'une bobine d'induction. D'autre part, la fluorescence, la phosphorescence même se manifestent dans les tubes de Crookes, qui diffèrent des précédents en ce que la raréfaction y est poussée beaucoup plus loin.

produit qu'à la nature même de la cause. On peut penser que, dans ces différents cas, le corps qui devient fluorescent reçoit une certaine quantité d'énergie; mais on ne saurait dire que l'énergie communiquée a la même forme.

Fig. 4. — *Couleuvre vivante traversée par les rayons X.* — (Communiqué par M. E. Colardeau.)

Il semble que les effets ainsi produits sont semblables absolument à ceux observés dans la fluorescence due à l'action de radiations. Il ne faudrait pas se hâter d'en conclure cependant à l'identité des causes dans les deux cas. La nature d'un effet est bien plutôt liée à la nature du corps qui en est le siège ou aux conditions dans lesquelles l'effet se

M. Lenard, dans ses remarquables expériences sur les rayons cathodiques [1], a reconnu que ceux-ci provoquent la fluorescence du pentadécylparatolylcétone.

Enfin, les rayons Röntgen produisent également la fluorescence de certains corps; parmi ceux qui

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 701.

ont donné les résultats les plus brillants, on peut citer : le platinocyanure de baryum, qui a été employé par M. Röntgen ; le platinocyanure de potassium, signalé par M. Silvanus Thompson ; le tungstate de calcium, dont s'est servi M. Edison, etc.

Les effets produits par l'action des rayons Röntgen ont présenté les mêmes variations que ceux observés dans la fluorescence due à l'action des radiations : des échantillons des mêmes corps n'ont pas donné toujours le même résultat, ce qui explique que l'accord ne se soit pas établi d'une manière générale sur la substance qu'il convient de choisir pour obtenir les effets les plus nets. Il est possible que les différences signalées soient dues à la présence de matières étrangères existant en petite quantité dans les échantillons essayés et ayant cependant une influence considérable.

En France, il semble que ce soit le platino-cyanure de baryum qui ait fourni les meilleurs résultats ; comme nous l'avons déjà dit, il faut d'ailleurs qu'il soit à l'état cristallin, car il cesse d'être actif lorsqu'il est pulvérisé.

IV

Nous n'avons point à discuter ici la nature des rayons Röntgen, dont l'assimilation aux radiations est possible.

Pour nous borner aux particularités sur lesquelles nous avons à nous appuyer, nous ferons remarquer que, si, comme les radiations, les rayons Röntgen se propagent en ligne droite dans un milieu homogène, ils ne subissent pas, comme celles-là, de changement de direction à la surface de séparation de deux milieux différents ; ils ne se réfractent pas et ne se réfléchissent pas.

Comme les radiations, les rayons Röntgen, en traversant un corps, peuvent être absorbés plus ou moins, ils peuvent même être arrêtés complètement, c'est-à-dire qu'il y a des corps transparents et des corps opaques pour les rayons Röntgen. Il n'y a pas, d'ailleurs, d'assimilation possible entre la transparence pour les radiations lumineuses et la transparence pour les rayons Röntgen, pas plus, d'ailleurs, qu'il n'y en a entre l'action, à ce point de vue, d'un même corps sur deux radiations lumineuses différentes.

Mais, tandis que, pour les radiations, on ne sait à quelles conditions est liée l'opacité ou la transparence d'un corps, la question est plus simple pour les rayons Röntgen : pour ces derniers, d'une manière générale au moins, un corps est d'autant plus opaque qu'il est plus dense.

Les rayons Röntgen ne donnent pas naissance à la sensation lumineuse, propriété négative qu'ils partagent avec les radiations infra-rouges et avec les radiations ultra-violettes. Comme pour celles-ci, les expériences de MM. de Rochas et Dariex ont montré que les milieux de l'œil sont opaques aux rayons Röntgen, ce qui s'explique si ceux-ci, n'arrivant pas sur la rétine, ne peuvent mettre le nerf optique en action ; on ne sait pas, d'ailleurs, s'ils pourraient agir sur la rétine dans le cas où ils y parviendraient [1].

Les rayons Röntgen produisent sur les plaques photographiques les mêmes effets que les radiations lumineuses, c'est-à-dire qu'ils y donnent naissance à des modifications qui, après développement, se traduisent par des colorations plus ou moins foncées.

Quoiqu'une partie des remarques que nous allons faire puisse s'appliquer à l'action des rayons Röntgen sur les plaques sensibles, nous viserons plutôt les phénomènes de fluorescence, la question de l'obtention des photographies ayant déjà été traitée dans la *Revue* [2].

V

Considérons un tube à vide GH (fig. 5) relié à une bobine d'induction FE et disposé de manière à donner naissance à des rayons Röntgen : l'action directement visible des décharges est de rendre fluorescent le verre du tube, lequel présente alors une coloration verdâtre assez vive. Ce tube émet des rayons Röntgen dont l'existence ne nous est pas directement manifestée, puisque ces rayons n'agissent pas sur l'œil, et, en même temps, des radiations moyennes qui produisent la sensation lumineuse que nous éprouvons.

Enfermons le tube entièrement dans une feuille de papier noir, dans une feuille de carton : nous cesserons de le voir, nous n'éprouverons plus aucune sensation lumineuse, parce que la substance interposée est absolument opaque aux radiations moyennes.

Cette même substance est transparente aux rayons Röntgen, lesquels passeront sans que rien ne nous avertisse directement de leur existence.

Mais plaçons sur leur trajet une feuille de carton K (fig. 5) recouverte d'une couche de platinocyanure de baryum ; cette feuille, qui dans l'obscurité serait invisible comme tous les corps si le tube à vide n'existait pas ou si la bobine d'induction ne fonctionnait pas, — cette feuille, dis-je, émettra aussitôt une belle lueur verdâtre, mettant ainsi en évidence l'existence des rayons Röntgen (comme d'ailleurs elle aurait fait pour des radiations ultra-violettes convenablement choisies si celles-ci avaient existé).

Si l'on cesse de faire fonctionner la bobine d'in-

[1] La *Revue* reviendra sur ce sujet dans la *Chronique* du prochain numéro. (NOTE DE LA DIRECTION.

[2] *Rev. gén. des Sc.* 1896, notamment p. 391.

duction, la feuille cesse d'être visible, l'obscurité se produit; mais la lueur verdâtre apparaît de nouveau aussitôt que l'on met la bobine en marche.

Les résultats observés seront les mêmes si l'on interpose sur le trajet des rayons Röntgen un corps transparent pour ceux-ci, quelle que soit, bien entendu, l'opacité ou la transparence de ce corps pour les radiations lumineuses. Les rayons Röntgen traverseront le corps en subissant seulement un affaiblissement plus ou moins considérable, et l'écran deviendra fluorescent comme dans le cas précédent; c'est cet effet qui se produira à travers le papier, le carton, le bois, l'aluminium par exemple.

Il n'en sera plus de même si le corps interposé est un de ceux qui ont été trouvés opaques aux rayons Röntgen; ceux-ci seront alors arrêtés et ne pourront, par conséquent, produire ensuite au-delà de ce corps, aucun effet.

Si le corps opaque a une étendue limitée, il arrêtera seulement ceux des rayons Röntgen qui le rencontreront, tandis que les autres passeront. Sur un écran préparé placé à la suite, la fluorescence se produira à la rencontre de ces derniers, tandis que l'écran restera obscur aux points que les rayons n'atteindront pas. Il se produira donc comme une ombre sur un fond lumineux. Nous avons dit que les rayons Röntgen se propagent en ligne droite; cette ombre aura donc, par rapport au corps, la même forme que celle qui serait donnée par un corps lumineux placé dans les mêmes conditions que le tube d'où émanent les rayons Röntgen : ce sera, en réalité, la silhouette du corps. En voyant seulement celle-ci, si elle est simple, on aura une idée de la forme du corps : l'effet est analogue à ce qui se passe dans les ombres chinoises où, d'après la forme des silhouettes, nous nous représentons les corps mêmes.

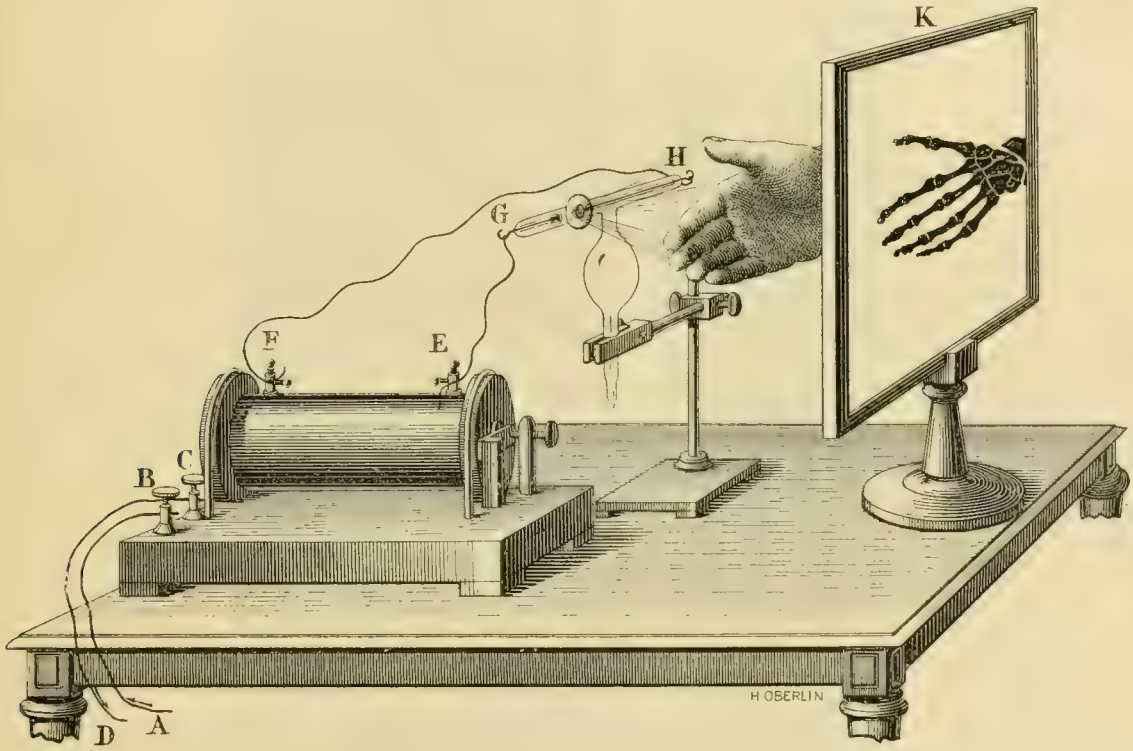


Fig. 5. — *Disposition d'une expérience de fluoroscopie.* — Le courant électrique, fourni par une batterie de piles ou d'accumulateurs, est amené par le fil A à la borne B dans le circuit primaire d'une bobine d'induction, le parcourt et sort par la borne C et le fil D. Le pôle positif E et le pôle négatif F du circuit induit de cette bobine sont reliés aux électrodes positive G et négative H d'un tube Colardeau (dont la figure 8 indique le détail). L'ampoule de verre qui reçoit les rayons émanés du pôle négatif (ou cathode) de ce tube, émet les rayons X. Ces rayons traversent les chairs, mais sont arrêtés par les os de la main placée sur leur trajet. Ceux qui traversent les chairs excitent la fluorescence de l'écran K; l'ombre des os de la main se dessine alors sur cet écran.

Bien entendu, puisque la formation de ces taches obscures sur fond fluorescent est liée à la propagation rectiligne, il se produira des effets analogues à ceux que l'on observe pour la lumière : si les rayons Röntgen peuvent être considérés comme formant un faisceau divergent *conique*, comme émanant d'un point, les contours seront nets; ils seront estompés, flous, il y aura comme une pénombre, au contraire, lorsque les rayons émaneront d'une surface d'une certaine étendue, et la netteté sera d'autant moindre que cette surface sera plus grande. Il y a donc intérêt, à ce point de vue, à rétrécir le faisceau; mais, d'un autre côté, on diminue ainsi sa puissance, et la fluorescence est

moins vive, le contraste moins fort. Il est difficile de donner aucune règle générale à ce sujet pour les meilleures conditions à réaliser.

La question peut n'être pas aussi simple : tel est le cas, par exemple, où l'on interpose la main sur le trajet des rayons Röntgen. Ceux-ci passeront autour de la main et iront produire une vive phosphorescence sur l'écran ; mais la main contient : 1° des parties molles qui se laissent traverser par les rayons Röntgen tout en les absorbant plus ou moins; 2° des os, qui sont à peu près complètement opaques. Les rayons qui rencontrent des parties osseuses sont arrêtés et, par suite, l'ombre, la silhouette de ces parties apparaît absolument obscure sur l'écran; quant aux rayons qui traversent des parties molles, ils en sortent, mais affaiblis; aussi produisent-ils une fluorescence de peu d'intensité, qui se distingue ainsi, aussi bien de la partie complètement éclairée, que de la partie tout à fait obscure, et donne, par suite, une idée de la forme des parties molles. Il va sans dire que celles-ci, n'ayant pas partout la même épaisseur et n'étant pas homogènes comme constitution, absorbent inégalement les rayons, de telle sorte que la partie éclairée qui leur correspond n'a pas partout la même intensité. Mais de ces différences il est, au moins, difficile de déduire la nature des corps qui ont absorbé les rayons qui ont disparu, car une même absorption peut être produite par des corps très différents pour des épaisseurs convenablement choisies, et, inversement, une même substance peut donner lieu à des absorptions très différentes si les épaisseurs ne sont pas les mêmes.

Fig. 6. — *Monstre humain à deux têtes récemment mis au monde dans le département de l'Hérault.* — (Communiqué par les Drs Imbert et Bertin-Sans.) La figure 7 fait voir, au moyen des rayons X, la disposition des organes internes et notamment du squelette chez le même enfant.

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'on peut obtenir ainsi des renseignements précieux sur des objets, sur des parties que nous ne pouvons *voir* parce qu'ils sont recouverts, entourés de substances opaques aux radiations moyennes, si ces substances se laissent traverser par des rayons Röntgen, tandis que les objets sont opaques à ces mêmes rayons; c'est le cas qui se présente lorsqu'on veut être renseigné sur la forme ou la disposition des os dans un membre, sur la présence d'un objet métallique, une balle, une aiguille au milieu des tissus. De la même façon, on peut, à travers une boîte de bois, à travers les parois d'un porte-monnaie, distinguer la forme des objets qui y sont contenus, si ceux-ci sont opaques aux rayons Röntgen.

Il y a là une méthode particulière de recherche, d'analyse, qui est d'autant plus précieuse que la fluorescence, dont la production est le point de départ des effets observés, se produit instantanément : il n'y a donc pas de temps de pose comme pour la photographie, pas plus qu'il n'y a à opérer le développement d'une épreuve; et, comme, d'autre part, la fluorescence disparaît aussitôt que les rayons Röntgen cessent d'agir, l'appareil est toujours prêt pour un nouvel examen.

Cette méthode, dont l'emploi s'étendra sans doute, a déjà reçu le nom de *fluoroscopie*, qui rappelle les phénomènes de fluorescence qui en sont la base. Peut-être pourrait-on mieux lui donner le nom de *fluoroskiascopie*[1] (de σκιά, ombre) qui indique que la

[1] Le mot ainsi formé est hybride, mais non pas plus que le mot proposé *fluoroscopie*.

Berger-Levrault et Cie sc.

Fig. 7. — *Monstre humain à deux têtes (le même que celui de la fig. 6) traversé par les rayons X.* — (Communiqué par les Drs Imbert et Bertin-Sans.) — Cette image fait voir les connexions internes des parties doubles du monstre : il a deux colonnes vertébrales indépendantes; mais, dans la région interne, intermédiaire entre ces colonnes, on remarque l'enchevêtrement et la fusion des branches costales, tandis que, vers l'extérieur, de chaque côté du thorax, la disposition des côtes est demeurée normale. L'indépendance des deux colonnes vertébrales se poursuit jusqu'aux sacrums, lesquels sont, en partie fusionnés. Il y a, dans cette région, un fait très curieux : le non-développement des os iliaques dans la partie médiane. Dans la région supérieure un fait du même genre est à signaler : l'atrophie des os scapulaires et des clavicules entre les deux colonnes vertébrales. Au contraire, les membres latéraux, bras et jambes, se sont développés d'une façon absolument normale.

méthode est basée sur la production des ombres sur un corps fluorescent.

La fluoroskiascopie ne sert pas seulement à reconnaître la forme d'objets placés dans des conditions où l'on ne peut les voir, elle peut également renseigner sur la nature des corps qui présentent de grandes ressemblances à l'aspect. C'est ainsi qu'on peut établir immédiatement la distinction entre des diamants vrais et des diamants faux : les premiers sont transparents aux rayons Röntgen et, par suite, ne portent pas ombre sur l'écran fluorescent, tandis que les seconds donnent une ombre portée très marquée, parce qu'ils sont opaques à ces rayons.

Quoique nous ne sachions pas que l'expérience ait été faite, nous sommes convaincu que l'emploi de l'écran fluorescent permettrait, tout aussi bien que l'obtention d'épreuves photographiques, les essais de matières végétales adultérées; comme les échantillons de safran enrobé de sulfate de baryum, qui ont été étudiés par M. Fernand Ranwez.

D'autres applications seront certainement faites dans le même ordre d'idées; il nous suffit d'avoir indiqué celles-ci pour montrer que la fluoroskiascopie constitue une méthode qui sera certainement féconde en résultats intéressants si l'on parvient à lui donner une sensibilité assez grande.

VI

L'application de la fluoroskiascopie comporte actuellement l'emploi (fig. 5) d'une bobine d'induction, d'un tube producteur de rayons Röntgen et d'un écran fluorescent.

Il n'y a rien à dire de particulier sur la bobine d'induction; il faut seulement, pour obtenir de bons résultats, que cette bobine soit susceptible de donner des étincelles ayant 10 centimètres de longueur environ. De plus, si elle doit fonctionner d'une manière un peu continue pour permettre des essais nombreux et suivis, il convient de prendre des dispositions spéciales pour éviter la détérioration des contacts de platine. Dans ce but, M. Ducretet et M. Gaiffe ont apporté de petites modifications à ces contacts, et les bobines qu'ils construisent en sont pourvues; peut-être en existe-t-il d'autres, mais elles ne sont pas parvenues à notre connaissance.

Une question intéressante est celle de la vitesse de l'interrupteur qui donne les meilleurs résultats. Nous ne pensons pas qu'il y ait une règle générale à donner, et il faut essayer directement pour chaque machine et peut-être même pour chaque tube.

La question la plus importante est celle du tube. Le meilleur tube pour la radiographie est aussi celui qui donne les meilleurs résultats pour la fluoroskiascopie. On pourra donc employer soit les tubes *focus* qui sont maintenant très répandus, soit les tubes de M. Colardeau (fig. 8) qui ont donné de très bons résultats et sur le détail desquels il serait sans intérêt d'insister. Il est probable, d'ailleurs, que d'autres formes seront essayées, qui seront également avantageuses et peut-être plus.

Mais la forme n'est pas tout, et deux tubes de même forme donnent souvent des résultats fort différents, sans que l'on sache pourquoi. Il faut donc, après que l'on s'est décidé sur le modèle du tube que l'on veut, faire un choix entre plusieurs échantillons.

On sait que le passage du courant, lorsqu'il se continue pendant un certain temps, a pour effet de modifier le degré du vide qui existe dans le tube et d'empêcher son bon fonctionnement. Aussi une

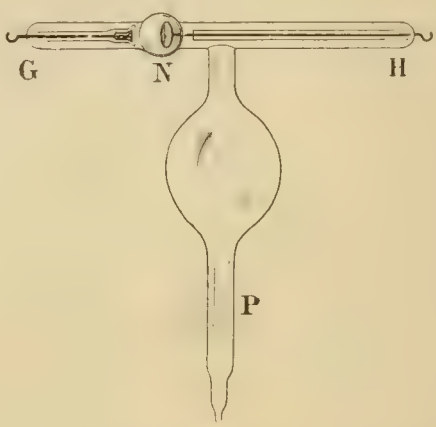


Fig. 8. — *Tube focus Colardeau.* — G, électrode positive; H, électrode négative; N, petite ampoule entourant la cathode et dont les parois émettent des rayons X; P, partie du tube par où l'on fait le vide.

bonne précaution à prendre consiste-t-elle à interrompre l'action de temps en temps.

Lorsque cependant l'effet s'est produit et que le tube fonctionne moins bien, on peut lui rendre sa puissance première en le chauffant vers 200° pendant quelques instants.

On peut arriver à un résultat analogue en renversant le courant pendant quelques instants lorsque l'action commence à faiblir.

Une disposition qui donne de bons résultats, mais qui n'est applicable que dans des circonstances particulières, consiste à laisser le tube en communication avec une pompe pneumatique; on peut alors maintenir la pression constamment à la valeur qui, par des expériences préliminaires, a été reconnue la meilleure. C'est ainsi qu'a opéré M. Chappuis pour la production de radiographies dans un temps très court; c'est la disposition adoptée par Edison dans les recherches qu'il a faites sur la fluoroskiascopie. Mais cette disposition, applicable à des recherches de laboratoire, ne peut entrer dans la pratique courante.

Le choix de l'écran est naturellement très important, car de sa valeur dépendra le degré de sensibilité, de perfection des observations que l'on fera. Quoiqu'il ne soit pas difficile matériellement de construire un semblable écran, nous ne saurions recommander d'agir ainsi : on s'exposerait certainement à des mécomptes, parce que, comme nous l'avons dit, on ne connait pas exactement les conditions qui font qu'un corps donné est plus ou moins phosphorescent ou fluorescent ; il est bien préférable de se faire présenter chez un constructeur plusieurs écrans et de prendre le meilleur.

L'observation de l'écran fluorescent doit se faire dans une chambre aussi obscure que possible, parce que l'intensité des lueurs produites est faible absolument. On évitera l'arrivée à l'œil de toute lumière étrangère en fixant à l'écran une étoffe épaisse, noire, sous laquelle on placera la tête, comme on le fait pour la mise au point en photographie.

Fig. 9. — *Grenouille vivante traversée par les rayons X.* — Les rayons ont traversé tous les viscères et n'ont été arrêtés que par le tissu osseux; leur passage au travers du corps montre, en outre, l'inégale translucidité des muscles et des chairs à l'égard des rayons X, et met notamment en évidence les deux poumons. — (Communiqué par M. Colardeau.

On peut encore adapter l'écran fluorescent à la base d'un tube ou d'une sorte de pyramide tronquée creuse, en bois ou en carton noir, sur les faces opposées de laquelle sont percés un ou deux trous, suivant que l'on veut regarder avec un œil ou avec deux. C'est sous cette dernière forme qu'Edison a disposé l'appareil qu'il appelle *fluoroscope*.

Il va sans dire que la surface de l'écran qui est recouverte de la substance active doit être tournée du côté de l'observateur : le carton qui sert de support n'empêche pas le passage des rayons Röntgen, puisqu'il est transparent pour ceux-ci, tandis que, l'écran étant placé en sens contraire, la substance active deviendrait fluorescente, mais l'observateur ne verrait rien, car les radiations lumineuses émises par cette substance ne peuvent traverser le carton.

Suivant la forme et les dimensions du tube à vide et surtout de l'objet que l'on examine, il conviendra de faire varier leur distance, et l'expérience indiquera les meilleures conditions à réaliser dans chaque cas. Mais, par contre, il y aura toujours intérêt à rapprocher le plus possible l'objet de l'écran.

VII

On voit que la fluoroskiascopie est une méthode dont l'emploi ne comporte pas réellement de difficultés ; toutefois elle exige l'emploi d'appareils coûteux et encombrants. Il serait intéressant de la simplifier : cela est-il possible ?

Dans un important article publié dans cette *Revue* (t. VII, page 56), M. H. Poincaré disait :

« Ainsi, c'est le verre qui émet les rayons Röntgen et il les émet en devenant fluorescent. Ne peut-on alors se demander si tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons X de Röntgen, *quelle que soit la cause de leur fluorescence ?* Les phénomènes ne seraient plus liés alors à une cause électrique. Cela n'est pas très probable, mais cela est possible et sans doute assez facile à vérifier. »

Peu de temps après, M. Charles Henry apportait à l'Académie des Sciences une vérification de l'hypothèse signalée par M. Poincaré : du sulfure de zinc, corps phosphorescent, soumis à l'action des rayons solaires ou à celle de la lumière du magnésium, a pu, ensuite, impressionner une plaque photographique à travers une lame d'aluminium et à travers une double feuille de papier aiguille, comme l'auraient fait des rayons Röntgen.

M. Niewenglowski obtenait bientôt des résultats analogues ; enfin et surtout M. H. Becquerel a étudié la question en opérant principalement sur le sulfate double d'uranyle et de potassium, avec lesquels il a obtenu des résultats analogues à ceux que nous venons d'indiquer. Mais, de plus, il a observé que l'action se continue alors même que le corps actif n'est plus soumis à l'action de la lumière et que sa fluorescence, qui ne dure qu'une fraction de seconde, a cessé.

Sans insister sur ces faits, on voit que des radiations émises par les corps phosphorescents et fluorescents partagent avec les rayons Röntgen la propriété de traverser des corps opaques pour les radiations lumineuses et d'impressionner les plaques sensibles. De même, également, les rayons Röntgen et ces radiations possèdent la propriété de décharger les corps électrisés, propriété sur laquelle nous n'avions pas à nous arrêter au point de vue de la question que nous avons traitée. On est ainsi conduit à établir une certaine analogie entre les uns et les autres, bien que M. H. Becquerel ait montré que les radiations invisibles qui émanent des corps phosphorescents subissent la réflexion et la réfraction, propriétés que ne possèdent pas les rayons Röntgen. Il est donc naturel de supposer que les radiations émises par les corps fluorescents peuvent, après avoir traversé des substances opaques aux radiations lumineuses, agir sur des écrans fluorescents comme ceux dont on fait usage en fluoroskiascopie. Nous n'avons pas vu, il est vrai, que le fait été ait déjà signalé et les circonstances ne nous ont pas permis jusqu'à présent de le rechercher. Peut-être d'ailleurs faudrait-il faire usage de substances actives autres que celles employées jusqu'à présent. Mais il ne nous semble pas impossible d'arriver à ce résultat.

S'il en était ainsi et si les effets observés n'étaient pas trop faibles, il n'y aurait qu'à remplacer, dans le dispositif actuellement employé, la bobine d'induction et le tube à vide par une certaine quantité de matière phosphorescente préalablement soumise à l'action de la lumière solaire ou à celle de l'arc électrique ou de la flamme du magnésium. On voit immédiatement quelle simplification serait apportée au manuel opératoire.

Alors même que l'on n'arriverait pas à réaliser ce perfectionnement, pour lequel il y aurait certainement à vaincre de nombreuses difficultés, il faut reconnaître que la méthode actuelle peut être utilisée dans la pratique et qu'elle est susceptible de donner des résultats utiles dans nombre de circonstances. Grâce à la découverte du Professeur Röntgen et aux travaux qui en ont été la conséquence, l'homme est parvenu à acquérir la propriété que les Anciens attribuaient au Lynx : celle de voir à travers les murailles.

C. M. Gariel,
Professeur de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.
Membre de l'Académie de Médecine.

626 / 627

L'ÉTAT ACTUEL DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE EN FRANCE

DEUXIÈME PARTIE : PROCÉDÉS ET FRAIS DE TRACTION

Dans un précédent article[1] nous avons étudié le réseau navigable français et le matériel de batellerie. Nous terminerons aujourd'hui cette étude de la navigation intérieure en France, par l'examen des procédés et des frais de la traction.

I. — Procédés de traction.

D'une façon générale, il y a avantage à grouper les embarcations en un convoi remorqué par un moteur puissant, au lieu de les conduire individuellement au moyen de moteurs de moindre puissance.

Cependant si, arrivé à une écluse de petite dimension, le remorqueur, quel qu'il soit, doit attendre que tous les bateaux du train aient éclusé un à un, le temps perdu par une machine coûteuse et par les hommes chargés de la conduire est tel que son emploi est économiquement irréalisable. Pour que la traction en convois soit possible, il faut pouvoir écluser les convois.

On voit de suite que l'usage de ce mode de traction est restreint aux rivières libres ou canalisées avec de grandes écluses; il n'est pas possible sur les canaux. Sur ces derniers, du reste, il faut, pour hâler un bateau, notablement moins de travail que sur les rivières en remonte : il y faut un travail toujours le même, tandis que sur les rivières celui-ci est très variable selon la hauteur des eaux. Le problème de la traction est donc tout différent sur les rivières de ce qu'il est sur les canaux, et ce sont là deux questions qu'il faut traiter séparément.

§. 1 — Traction sur les rivières.

La traction s'y fait par remorqueurs ou par toueurs qui ont fait disparaître la traction animale encore couramment employée, sur la Seine par exemple, il y a une quarantaine d'années.

1. *Touage et Remorquage.* — On connaît la différence essentielle des deux procédés : le remorqueur est un bateau à roues ou à hélices avec une machine assez puissante pour lui permettre de traîner un convoi. Le toueur se hâle avec une chaîne (on en a fait marchant sur câble) noyée sur toute la longueur du parcours et amarrée à l'extrémité amont. D'où une très grande différence dans le rendement des deux systèmes. Si le convoi marche à une vitesse V contre un courant de vitesse S, il rencontre une résistance proportionnelle à $(V + S)^2$.

Le remorqueur que le courant entraîne doit regagner la vitesse S, pendant l'unité de temps, puis, en outre, réaliser la vitesse V; il dépense donc un travail proportionnel à $(V + S)^3$; et, pour peu que S soit plus grand que 1, on peut arriver vite à de gros chiffres.

Le toueur, tenu sur un point fixe, a bien à lutter contre la même résistance $(V + S)^2$. Mais il n'a à produire que la vitesse V, et, par suite, un travail proportionnel à $(V + S)^2$ V. On peut très bien se contenter pour V d'une valeur moindre que 1. Ce simple aperçu suffit à faire comprendre que le remorquage peut devenir pratiquement impossible contre de grands courants, que le touage est, autant dire, toujours possible, et que l'avantage du dernier sur le premier est d'autant plus marqué : 1° que les courants à remonter sont plus rapides, 2° que le cheval-vapeur-heure coûte plus cher.

Par contre, à la descente, le touage n'a pas d'avantages suffisants pour compenser les ennuis qui résultent de la liaison du toueur à la chaîne, et il devient impraticable dans les courants rapides où, par suite de la difficulté de dérouler une chaîne lourde à toute vitesse, le toueur risque de ne pas pouvoir marcher aussi vite que le courant.

L'avantage à la remonte peut se résumer ainsi : En eau morte, un toueur dépense la moitié du travail du remorqueur équivalent. En eau courante, si la vitesse du convoi égale, en valeur absolue, celle de l'eau, un toueur dépense le $^1/_4$ du travail du remorqueur équivalent. Si la vitesse de marche est supérieure à celle du courant, le travail dépensé est compris entre $^1/_2$ et $^1/_4$ de celui du remorqueur équivalent. Si la vitesse de marche est inférieure à celle du courant, le travail dépensé est inférieur au $^1/_4$ de celui du remorqueur équivalent. Et, par exemple, contre un courant de 3 mètres que l'on rencontre sur le Rhône, pour monter à une vitesse de 0^m60, il faudrait, pour équivaloir à un toueur de 200 chevaux, un remorqueur de 2.800 chevaux.

Nous remarquerons, enfin, qu'à la rigueur un appareil de touage se peut installer sur un radeau, que, par conséquent, le touage reste possible sur des rivières d'un tirant d'eau trop faible pour recevoir d'autres systèmes de bateaux moteurs.

En somme, il y a donc telles circonstances où le choix s'impose entre le touage ou le remorquage, d'autres où il reste discutable et où les deux moyens peuvent se trouver en concurrence.

Le premier ne se recommande alors que par

[1] Voyez le numéro du 15 octobre, page 820.

l'économie réalisée sur la dépense de force motrice, économie qui doit être plus que suffisante pour payer les frais de la chaîne et compenser les avantages de la liberté d'allures que possèdent les remorqueurs.

Il est clair que les progrès réalisés dans la construction des machines à vapeur profitent à ce point de vue plus aux remorqueurs qu'aux toueurs; il est clair aussi que la canalisation des rivières, en augmentant le tirant d'eau, rend plus facile la construction de remorqueurs puissants et l'emploi de l'hélice de préférence à celui des roues à aubes, si bien que, par exemple, les entreprises de touage sont actuellement beaucoup plus concurrencées sur la basse Seine, où le tirant d'eau est de 3 m. 20, que sur la haute Seine, où il n'est que de 1 m. 80.

Non seulement la canalisation des rivières rend plus facile l'emploi des remorqueurs puissants, mais, pendant une grande partie de l'année, elle rend le courant beaucoup moindre, si même elle ne l'annule pas à peu près; elle facilite ainsi la traction et, par conséquent, l'emploi des remorqueurs. En supprimant ou en affaiblissant beaucoup le courant, elle oblige les bateaux à se faire conduire en descente, alors que, dans les rivières libres, la descente se peut faire au fil de l'eau et, comme les toueurs sont beaucoup moins aptes à faire de la traction en descente que les remorqueurs, ceux-ci leur sont facilement préférés. En résumé, la canalisation des rivières y facilite l'emploi du remorquage.

La Seine offre, à ce point de vue, le meilleur exemple : c'est là que se firent les premières applications industrielles du touage. La Compagnie de la Basse-Seine et de l'Oise y commença la première, en 1854, et, dès le début, elle avait raison de la concurrence des chevaux de halage et de quelques remorqueurs médiocres et absorbait 97 °/₀ du trafic total en faisant tomber le tarif de 0 fr., 03 à 0,01 la tonne kilométrique; aujourd'hui, elle ne tractionne que la moitié du trafic sur son parcours.

Il y a lieu de considérer cependant que, en dépit des travaux de canalisation, quand viennent les hautes eaux d'hiver et qu'il faut effacer complètement les barrages, les cours d'eau canalisés sont rendus à leur état naturel, juste au moment où le courant est le plus violent et, par conséquent, le remorquage le moins avantageux. Nous pouvons continuer à prendre la Seine comme exemple; il ne s'y passe rien qui ne se retrouve ailleurs. A ces moments, le touage y rend des services considérables; à son défaut, on peut admettre qu'il y faudrait, pendant ces périodes, 4 à 5 fois plus de remorqueurs qu'en été; beaucoup moins sensible que le remorquage aux variations de vitesse du courant, il régularise, sans les empêcher tout à fait, les variations des prix de traction.

Nous nous trouvons ici amené à la constatation d'un fait économique général intéressant, sur lequel il vaut la peine d'insister.

En basses eaux, les barrages fermés, les progrès réalisés par les remorqueurs rendent les toueurs inutiles. En hautes eaux, les barrages ouverts, à défaut des toueurs, les services de traction seraient mal assurés, car, s'il y avait assez de remorqueurs pour l'hiver, on aurait, entre l'été et l'hiver, des variations de prix absolument excessives.

Les deux moyens de traction coexistent, ils se trouvent en concurrence dans des conditions telles que chacun d'eux peut faire sérieusement tort à l'autre pendant une partie de l'année, que chacun, par conséquent, se trouve conduit à essayer, dans les périodes qui lui sont le plus avantageuses, de compenser les pertes subies durant les autres, d'où cette constatation : la canalisation d'une rivière, en exagérant les différences de régime entre les époques de hautes et basses eaux, exagère parallèlement les variations des prix de traction si les deux industries s'exercent librement.

En fait, au début, les entreprises de touage ayant une permission pour le placement de leur chaîne (il est clair qu'on n'en peut pratiquement laisser mettre deux sur un même parcours de rivière, ni surtout deux appartenant à des entrepreneurs différents) avaient un monopole de fait par suite de la supériorité, absolue à ce moment, de leur système de traction; elles ont reçu, comme contre-partie de leur permission, un cahier des charges leur imposant un tarif fixe calculé d'après la valeur moyenne aux diverses saisons du service rendu. Les entreprises de remorquage ont été toujours entièrement libres. Du jour où, grâce aux progrès de la construction mécanique d'une part, à l'amélioration des rivières d'autre part, la concurrence a pu s'établir, comme elle n'est pas possible entre deux entreprises dont l'une a la liberté de ses prix, tandis que l'autre est astreinte à des tarifs connus à l'avance, comme, d'autre part, le maintien du touage était nécessaire vu l'impossibilité de modifier le régime des rivières en hiver, il a fallu transformer les cahiers des charges et donner la liberté de leurs tarifs aux compagnies de touage au-dessous de maximum tels que ce nouveau régime équivaut pour elles à une liberté autant dire absolue.

C'est l'état actuel. Il se traduit par un abaissement incontestable des prix de traction pratiqués il y a encore quelques années, si l'on considère la moyenne annuelle, mais seulement si l'on considère cette moyenne, car les différences entre l'été et l'hiver sont devenues plus grandes qu'elles

n'étaient avant. Pour l'industrie des transports, ce résultat est moins satisfaisant que celui qui serait obtenu si, par une cause quelconque, la concurrence ne se produisait plus qu'entre entreprises exploitant les mêmes procédés, c'est-à-dire dans les seules conditions où elle puisse assurer la réduction maxima des prix.

Ceci nous amène à examiner quels sont, tels qu'on les peut concevoir aujourd'hui, les progrès à réaliser par l'un ou l'autre moyen de traction.

Pour les remorqueurs, les améliorations possibles dépendent des progrès réalisés d'une part par les machines à vapeur, d'autre part par les appareils propulseurs. Les progrès de la machine à vapeur trouvent tout naturellement leur application immédiate sur les machines des remorqueurs au fur et à mesure qu'ils sont acquis. Ils ont été considérables dans les dernières années, et les remorqueurs de construction récente ont les chaudières les plus perfectionnées en même temps qu'on y a appliqué aux machines le principe de la détente fractionnée.

La plupart ont des machines Compound; les plus puissants (environ 300 chevaux sur la Seine) ont des machines à triple expansion; nous en pourrions citer qui réalisent, pour une puissance de 200 chevaux, la triple expansion dans quatre cylindres, ce qui est peut-être aller un peu loin.

Pour les propulseurs, sur les cours d'eau peu profonds, on se sert de roues à aubes; sur les autres, on emploie partout l'hélice ordinaire. Nous devons citer des essais en cours actuellement en Allemagne, pour remplacer l'hélice par un moteur à réaction, non plus sous forme de pompe centrifuge qui n'a jamais pour cet usage donné de bons résultats, mais sous forme de turbine avec guidage rationnel de l'eau au moyen d'un aubage fixe et d'un aubage mobile. Ces essais (nous n'en connaissons pas qui soient poursuivis en France) ne laissent pas d'être très intéressants, malgré la difficulté de réaliser avec ces appareils la marche arrière: cette difficulté n'est évidemment pas insurmontable, il y a au moins une solution possible, qui est de doubler ces appareils et d'embrayer à volonté soit ceux de la marche avant, soit ceux de la marche arrière. Des appareils de cette nature pourraient être utilisés avec les tirant d'eau les plus faibles.

Pour le touage, les difficultés sont d'un tout autre ordre.

Nous avons dit que le toueur était à tout le moins apte à faire de la traction en descente, mais l'appropriation de l'appareil serait évidemment bien meilleure si ces bateaux pouvaient faire à la remonte du touage et à la descente du remorquage soit sur roues, soit sur hélices, si, en un mot, on pouvait en faire des toueurs-remorqueurs, capables de faire un service à deux voies sur une chaîne unique en supprimant tous les inconvénients qui résultent de la rencontre sur la chaîne des bateaux montants et descendants. Il y a longtemps que le problème est à l'étude.

Le *touage* est né en France; tous les bateaux étrangers ont été copiés sur ceux de la Seine. Tous obtiennent l'adhérence nécessaire au moyen de l'enroulement de la chaîne sur les quatre à cinq gorges d'un double tambour, analogue aux doubles poulies d'un palan, qui exige moyennement 50 mètres de chaîne. Il est évidemment impossible de jeter à l'eau 50 mètres de chaîne à chaque voyage, à l'extrémité amont du parcours. Il est économiquement impraticable qu'un toueur arrivé à l'amont emporte sur ses tambours ces 50 mètres de chaîne pour les reposer à l'aval, car, de ce fait, la chaîne en son ensemble cheminerait longitudinalement de 50 mètres par voyage : chacune de ses parties viendrait à son tour se placer aux points du parcours où la résistance est la plus grande, toute la longueur devrait donc être entretenue au même degré de résistance, la dépense résultant de cette obligation serait inabordable. C'est pour une grande part à cette cause que nous attribuons les difficultés qu'a rencontrées l'exploitation du touage sur le Danube où l'on appliquait cette manière d'opérer.

Il faut donc, pour qu'un toueur puisse devenir toueur-remorqueur, qu'il n'ait sur ses treuils qu'une très faible longueur de chaîne, les deux ou trois mètres qui se peuvent toujours trouver partout aux dépens du mou existant sur la longueur totale.

Il y a une autre difficulté : au passage dans une courbe, la chaîne est ripée vers le centre de la courbe; après trois ou quatre passages de convois, elle viendrait sur la rive convexe. Dans la pratique habituelle, les toueurs descendant à vide, à grande allure, profitent de leur masse et de leur vitesse pour remettre la chaîne en place. Avec un toueur remorqueur, qui ne fera jamais que monter sur la chaîne, il faut que la remise en place se puisse faire pendant la remonte. C'est possible.

Sans entrer dans des détails d'ordre un peu technique, nous dirons simplement que la chose est possible en donnant au toueur un frein et un réservoir à chaîne qui permettent d'évacuer par l'arrière moins de chaîne qu'il n'en entre par l'avant avant le passage en courbe et plus pendant ce passage.

Le problème a été pratiquement résolu sur les toueurs du Danube, et c'est, que nous sachions, le seul progrès important qui ait été réalisé dans l'industrie du touage hors du pays où elle est née.

Reste la première condition à remplir. Elle a été tout récemment résolue par l'invention des poulies magnétiques capables de donner, entre la chaîne et l'appareil de touage, toute l'adhérence nécessaire. La *Compagnie du Touage de la Basse-Seine et de l'Oise* possède déjà un toueur de ce système qui fait, depuis trois ans, un excellent service : elle en va mettre deux autres en service [1] et, d'ici peu, aura remplacé tout son ancien matériel par des toueurs remorqueurs à adhérence magnétique.

Il faut ajouter qu'une solution différente basée sur l'emploi d'appareils uniquement mécaniques, mais dont il y a lieu de croire, étant donné leur mode de construction, que l'entretien en sera assez laborieux, a été imaginée tout récemment en Allemagne, et est à l'essai actuellement sur les toueurs de l'Elbe.

Nous ne parlerons pas du touage sur câble noyé remplaçant une chaîne noyée; il est aisé de concevoir que la trop grande légèreté du câble doit constituer une difficulté en général insurmontable, et c'est bien ce qu'ont montré les divers essais qui ont été faits de ce système, qui n'est resté en service que sur le Rhin, grâce à la nature du fond du lit dans la région où il est appliqué.

2. *Répartition actuelle du touage et du remorquage.* — Il y a en France des services de touage sur la Seine, depuis Rouen jusqu'à Montereau, et sur l'Yonne. On fait du remorquage sur la Seine, l'Yonne, la Saône, un peu sur la basse Garonne et sur la basse Loire. Grâce à l'achèvement des grandes écluses, en remplacement des anciennes petites, sur l'Oise, le remorquage à vapeur commence sur cette rivière. Sur la Marne, où les écluses sont encore petites, on ne fait que du halage.

A l'étranger, les grands bateaux du Rhin, qui portent moyennement 1.000 tonnes et sont très effilés, sont conduits à la remonte par de très puissants remorqueurs à roues, qui peuvent les hâler grâce à la légèreté due à leur forme. Il serait, croyons-nous, impossible d'y remorquer, en convois raisonnablement chargés, des bateaux aussi résistants que des péniches.

Sur l'Elbe, le remorquage et le touage se trouvent en concurrence comme sur la Seine. Sur le Danube, où le trafic en charge est surtout en descente, on ne fait plus que du remorquage. Sur la Tcheskna en Russie, il y a une entreprise de touage qui a été très prospère : la rivière ayant été complètement canalisée et la navigation ne pouvant avoir lieu qu'en été, c'est-à-dire en période de basses eaux, l'utilité du touage a singulièrement diminué; le cas est bien caractéristique.

En France, sur le Rhône, il n'y a encore rien : c'est cependant en vue de la navigation sur ce fleuve qu'ont été faits les premiers essais de touage; mais, à l'époque même où il semblait que le succès pût être prochain, la construction des chemins de fer est venue diminuer l'intérêt que présentait la solution du problème. Nous n'insisterons pas sur la description des nombreux essais anciens qui ont englouti dans ce fleuve des sommes considérables.

Du fait de la rapidité de son courant, c'est un cours d'eau pour lequel il semble que le touage soit absolument indiqué. Il y est resté longtemps impossible à cause des variations du chenal après chaque crue, telles que l'on était exposé, la crue passée, à trouver une île de gravier émergée au-dessus du parcours de la chaîne. Depuis l'exécution des travaux de régularisation, le chenal se trouve fixé; on est donc assuré de pouvoir toujours faire passer un bateau au-dessus de l'emplacement de la chaîne. Si celle-ci ne fait que s'enterrer légèrement dans le gravier mobile du fond, ce sera tout bénéfice pour assurer le passage facile en courbe; si, à la suite d'une crue, elle venait à s'enterrer un peu profondément, il semble qu'un toueur montant sans convoi la pourrait toujours relever. Quelques expériences faites par le Service des Ponts et Chaussées paraissent avoir donné à ce point de vue des résultats encourageants. Cependant les entreprises de navigation actuellement existantes sur ce fleuve, par crainte persistante de l'engravement de la chaîne, mettent à l'essai en ce moment un procédé différent. Des remorqueurs puissants (750 chevaux) conduiraient, dans les parties les plus faciles, des convois de 500 tonnes, qui, aux passages difficiles, seraient repris par quelques toueurs à câble d'un fonctionnement tout particulier. Ces toueurs portent à bord un treuil capable d'enrouler 12 kilomètres de câble; ils doivent descendre le matin en déroulant leur câble et remonter immédiatement en le relevant, de sorte qu'il ne soit laissé que très peu de temps sur le fond. Il est certain qu'un bateau, tenu par le câble seulement de l'avant, aura beaucoup plus de facilité à gouverner qu'un toueur marchant sur chaîne noyée. Bien des objections cependant peuvent être faites à la conception que nous venons de définir : la faiblesse du tonnage remorqué en un convoi comparable, vu la puissance des toueurs projetés, à celui d'un train de chemin de fer; les difficultés matérielles d'enroulement de pareilles longueurs de câbles; l'organisation d'un véritable service en relais, alors qu'il est impossible, en matière de navigation, d'assurer une suffisante régularité de marche; la disproportion entre l'importance du

[1] Ce sont ceux qui ont été décrits dans le numéro de la *Revue* du 15 mars 1896, postérieurement au dépôt du présent article.

matériel à créer pour un service de ce genre et sa capacité de transport. L'expérience pratique montrera, d'ici peu, si ces objections sont ou non fondées. En cas de succès, surtout s'il aboutit à la création d'un service public de traction, le Rhône entrera enfin effectivement dans le réseau des voies navigables françaises, et ce sera un grand progrès. En cas d'insuccès, il restera encore, comme ressource immédiate, la possibilité de tenter le touage sur chaîne qui, croyons-nous, en l'état actuel du fleuve et avec les appareils nouveaux permettant la construction de toueurs-remorqueurs, aurait des chances sérieuses de réussir.

§ 2. — **Traction sur les Canaux.**

Les procédés de traction sur les canaux doivent, pour rester dans des limites de prix possibles, être tels que les bateaux obligés d'écluser un à un soient conduits isolément. Exception pourrait être faite sur des canaux où les biefs auraient tous même longueur, et une longueur telle que le temps nécessaire pour écluser un convoi soit juste celui nécessaire à un remorqueur quelconque pour mener un convoi égal d'une écluse à une autre. Ce sont des conditions qui ne peuvent se rencontrer que bien exceptionnellement. Nous ne connaissons en France, qui soit dans ce cas, que le canal latéral à l'Oise où un service de touage à vapeur est actuellement projeté.

1. *Halage.* — En fait, il y a encore en France quelques cas, heureusement de plus en plus rares, où la traction est faite à col d'homme ou par un âne ayant son écurie à bord, et que le marinier aide parfois.

En règle générale, la traction est faite par des chevaux ; c'est le seul moyen qui, jusqu'ici, ait permis de satisfaire convenablement à la condition indiquée ci-dessus.

Quelques mariniers ont leurs chevaux à eux, logés à bord : ils sont assez rares : la pratique montre que, à cause des jours d'arrêt très nombreux, il est au moins aussi avantageux de louer des chevaux dans la région traversée : cela ne fait que confirmer ce que nous avons dit, dans notre premier article, de la nécessité de séparer le bateau porteur du moteur, et n'est pas pour encourager quelques tentatives actuelles d'installation, à bord des bateaux, de moteurs à gaz ou à pétrole.

Sur les canaux à fréquentation modérée, les mariniers n'ont pas d'autre ressource pour se faire haler que leurs chevaux à eux ou ceux qu'ils louent aux paysans de la région.

Sur les canaux à grande fréquentation, pour éviter l'encombrement et faire produire au canal tout son rendement possible, l'Administration des Travaux publics, après de multiples tentatives d'organisations différentes, s'est trouvée conduite à créer des relais de halage et à les concéder à des entrepreneurs avec un monopole absolu, tel que les mariniers qui auraient des chevaux à eux n'ont pas le droit de s'en servir sur ces parcours. C'est de cette façon qu'on est arrivé à débiter sur le canal de Saint-Quentin, avec des écluses simples, plus de 20.000 bateaux par an, et c'est le moyen qui, avec la plus grande régularité du service, assure les prix de traction les plus réduits qui soient pratiqués sur aucune des autres voies du réseau. Ce système fonctionne sur la ligne du Nord à Paris depuis Douai, sur la ligne de Belgique à Paris depuis la frontière, pour l'une et l'autre jusqu'à Chauny, origine du canal latéral à l'Oise.

Quelque tort que cela puisse faire à certaines théories trop absolues, et quoique le seul mot de monopole suffise aujourd'hui à provoquer de véhémentes protestations, force est de reconnaître qu'en l'espèce aucun autre régime ne donnerait des résultats comparables.

Le régime normal des canaux étant celui que nous venons d'indiquer, il reste des points particuliers, les biefs de partage avec souterrains, qui nécessitent une organisation spéciale. En raison de leur prix élevé, ces souterrains sont à la largeur des bateaux, tout croisement y est impossible, et, la voie étant à petite section, la résistance à la traction est considérable. Cela seul y rendrait le halage très onéreux ; de plus, faute de place pour une banquette assez large, il est impraticable. Il faut, du reste, pour arriver à un débit suffisant, traîner les bateaux en convois, certaines heures étant réservées pour les passages dans un sens, et d'autres pour les passages dans un sens inverse. Sur ces points particuliers, la traction est faite par les soins de l'Administration des Ponts et Chaussées, au moyen de toueurs à vapeur ordinaires si le souterrain est assez bien ventilé (St-Quentin), ou de toueurs avec chaudières sans foyer.

Au canal de Bourgogne, M. Galliot a fort heureusement remplacé l'ancien toueur par un toueur à moteur électrique, qui utilise la chute des eaux d'alimentation du canal, et a résolu ainsi l'une des plus remarquables applications de l'électricité à la navigation.

2. *Traction mécanique.* — Tel est l'état actuel ; mais il ne satisfait personne, hors peut-être les entrepreneurs de halage, et une des questions qui préoccupent le plus ceux qui s'intéressent aux choses de la navigation, est celle de la substitution au halage des moyens mécaniques de traction. Le problème est fort difficile. Il faut toujours satisfaire à la condition indiquée plus haut, que

les bateaux soient conduits isolément. Il n'y a pas apparence que l'on obtienne des réductions bien sensibles sur les prix actuels, qui sont tombés entre 2 et 3 millimes la tonne kilométrique sur les canaux où le halage est concédé ; encore faut-il ne pas les dépasser et, si possible, ne pas les atteindre. Le profit réel devra venir d'une légère augmentation de vitesse, qui, en permettant au marinier de faire plus de voyages dans le même temps, le conduira à abaisser le prix du fret : il viendra plus encore de la régularité beaucoup plus grande du service, qui procurera aussi, pour sa part, un gain de vitesse, et surtout assurera une meilleure utilisation des voies. Il faut, en outre, que le procédé quelconque qui sera mis en œuvre garantisse le passage rapide et facile aux écluses où la résistance est très grande : car c'est évidemment du débit des écluses, et non de la vitesse de marche que dépend le débit possible d'un canal. Avec le halage on a, aux écluses, des chevaux de renfort, il faudra avoir leur équivalent. Il faut enfin qu'il n'y ait, pour l'éclusage d'un bateau, pas plus de manœuvres d'écluses qu'avec le bateau halé de la berge.

Tous les procédés (il en a été proposé et essayé plusieurs) consistant à faire haler le bateau par des machines circulant sur le chemin de halage — locomotives sur rails et locomotives routières — semblent condamnés à l'insuccès. Ils augmentent beaucoup le coût d'établissement du chemin de halage, nécessitent avec la machine un conducteur qui en accroît le loyer journalier, et, s'il s'agit de locomotive à vapeur, mettent en œuvre un mécanisme qui n'est nullement approprié au développement d'un effort faible, en valeur absolue, à petite vitesse. On a proposé, en Amérique, des chariots à moteur électrique circulant sur une voie aérienne posée le long des berges : ceux-là pourraient être manœuvrés du bord de l'embarcation par le marinier lui-même ; mais il semble que la voie doit être assez coûteuse pour un moteur à qui il faut demander 2 ou 3 chevaux au moins de puissance à vitesse normale et, par moments, à vitesse réduite, des efforts correspondant à un travail qui serait au moins double si la vitesse était conservée. Ce ne sont là, du reste, autant que nous pouvons le savoir, que des projets, et il doit rester bien des difficultés à vaincre pour les faire entrer dans la pratiqne.

De nombreux inventeurs ont proposé l'emploi de câbles sans fin, dont les deux brins, marchant en sens inverse l'un de l'autre, sont tenus en mouvement le long des deux berges d'un canal, de façon que les bateaux montants et descendants puissent s'accrocher sur l'un ou sur l'autre. Un moteur fixe peut suffire à actionner les câbles de deux sections consécutives pouvant avoir chacune 10 à 12 kilomètres. Les tentatives les plus récentes et les plus notables dans cette voie, sont celles de M. Oriolle et de M. Maurice Lévy. La différence essentielle entre les deux méthodes est la suivante : M. Oriolle emploie un câble à peine tendu et dispose les poulies qui le reçoivent sur des supports articulés, de façon que, pour qu'il n'y ait pas déraillement, la poulie puisse toujours se placer dans le plan des brins entrant et sortant du câble. M. Maurice Lévy, au contraire, emploie un câble tendu assez vigoureusement pour que la résultante de sa tension propre très grande, et de la tension de la remorque qui tire un bateau, très faible par rapport à la précédente, soit à peine inclinée sur la direction du câble, assez peu pour ne pouvoir pas provoquer de déraillement. L'un et l'autre système, celui de M. Lévy surtout, ont, été au cours de ces dernières années, l'objet d'épreuves très intéressantes et très complètes, qui ont montré qu'en fait les principales difficultés de réalisation se trouvaient surmontées : celle même qui résulte du mouvement de rotation que le câble en marche prend autour de son axe et qui risque de produire entre lui et la remorque qui traîne le bateau une solidarité dangereuse, a été à tout le moins atténuée, grâce aux artifices imaginés par M. Lévy pour l'attache de la remorque. Il est donc permis de considérer que la traction funiculaire appliquée au halage des bateaux, est, ou est bien près d'être pratiquement réalisable : ce n'est pas, cependant, qu'il y ait là un système offrant des avantages assez manifestes pour faire renoncer à chercher, dans d'autres voies, des solutions différentes ; sans insister, en effet, sur l'étude des détails, on peut préférer des moyens qui n'obligent pas à tenir en mouvement un long câble échappant, sur presque toute sa longueur, à la surveillance directe de ceux qui le conduisent et à mettre en marche toujours le même ensemble d'appareils, quel que soit le nombre de bateaux en route.

Le problème de la traction mécanique se ramenant à une question de distribution de force à toutes les embarcations réparties le long d'un canal, chacune n'en ayant à recevoir que très peu, il était inévitable qu'on en vînt, à une époque toute récente, à songer à l'emploi de l'électricité. Nous avons indiqué les inconvénients qu'il y aurait, au point de vue du prix de revient, à doter chaque bateau porteur d'un mécanisme de propulsion coûteux, et exigeant, pour le mener, un homme en plus de celui qui conduit le bateau. Ces inconvénients se trouveraient atténués si le moteur se réduit à une machine dynamo capable de prendre son courant en route, à la façon des tramways électriques, d'autant plus que c'est là une machine

légère, peu encombrante et assez maniable pour que le marinier, sans aucun secours étranger, puisse, après un bien court apprentissage, être en état de la manœuvrer lui-même. Il est possible de les atténuer bien plus encore, en organisant le mécanisme de propulsion de telle façon qu'il soit indépendant de l'embarcation, que celle-ci puisse le prendre simplement pendant son passage en canal, sans en être surchargée au point que le chargement doive être diminué d'une façon sensible, et sans que ces dimensions en plan, arrêtées d'après celles des écluses, en soient modifiées. Avec une organisation de ce genre, les machines employées, adaptées successivement à tous les bateaux qui se présentent, peuvent être en service continuel et donner, par conséquent, leur travail au moindre prix. Les systèmes les plus récemment proposés pour la traction mécanique des bateaux dérivent de cette conception : l'un repose sur l'usage de l'hélice comme propulseur (M. Busser et M. Gaillot); l'autre, indiqué par nous-même, suppose l'emploi du touage : l'un et l'autre comportent la production de courant par quelques stations centrales, avec utilisation, s'il y a lieu, des chutes d'eau pouvant exister ou être aménagées sur le parcours, et sa distribution le long de la voie au moyen de lignes aériennes, — l'emploi d'accumulateurs, en leur état actuel, devant être à coup sûr beaucoup trop onéreux.

M. Gaillot dispose la dynamo motrice dans le gouvernail et l'hélice, reliée, par une transmission de mouvement convenable, à l'extrémité de ce gouvernail la plus éloignée du bateau. Il évite ainsi, autant que possible, les inconvénients provenant du défaut de formes des embarcations de canal, d'où résulterait, si l'hélice était posée immédiatement contre la paroi arrière, un rendement tout à fait déplorable. Des essais ont été faits, il y a quelques mois, sur la Seine et sur le canal de Bourgogne. Le gouvernail ainsi armé peut être posé à l'arrière d'une embarcation quelconque.

Nous avons proposé un appareil de touage léger et très peu encombrant, caractérisé spécialement par l'emploi d'une poulie magnétique de touage qui dispense entièrement de tout calibrage de la chaîne. La force motrice est fournie par une dynamo reliée à la poulie par une transmission de mouvement (engrenages ou vis sans fin) réalisant une réduction de vitesse convenable. Le tout peut être posé vers l'avant, à bord d'un bateau quelconque ; et, à condition qu'il y ait deux chaînes noyées dans le canal, une pour les bateaux montants, l'autre pour les bateaux descendants, le marinier, avec un appareil comme celui-là, et sans aucun concours étranger, peut aller, venir et s'arrêter avec une indépendance complète.

Le touage a, par rapport à l'hélice, l'avantage de ne pas agiter l'eau, de faciliter beaucoup, par conséquent, l'entretien du canal ; du fait de son rendement propre, très supérieur, et du rendement que l'on peut, d'autre part, attendre de la distribution électrique, il assure une économie de travail fort importante, bien plus que suffisante pour payer la dépense de la chaîne dès que le trafic a quelque importance.

Or, il est à peine besoin d'ajouter que des installations mécaniques aussi considérables que celles qu'il faudra pour assurer la traction tout le long d'un canal, coûteront fort cher et ne pourront être payées que si la dépense se répartit sur un trafic considérable : autrement dit, elles n'intéressent que les canaux à grande circulation.

Dans toute organisation comportant distribution de courant à des bateaux en cours de route, comme ceux-ci ont besoin d'une assez grande liberté d'allures pour obéir à l'action du vent ou éviter des obstacles possibles, la prise du courant sur une ligne aérienne ne sera jamais bonne si elle est faite par un trolley en dessous, analogue à celui des tramways. Cette raison, d'autres encore, doivent faire préférer l'installation des lignes sur les berges et la prise de courant par chariot roulant sur la ligne et relié au bateau par un conducteur souple et extensible. La chose *à priori* ne présente pas d'impossibilité, et, au cours des essais que nous avons eu occasion de faire, a fort bien fonctionné.

Tel est l'état actuel du problème de la traction mécanique des bateaux sur les canaux : en peu d'années, il a été l'objet d'études qui l'ont mis si au point qu'on peut dire qu'il y a maintenant des procédés véritablement praticables. Quand il s'agira de les pratiquer effectivement, de passer de la période d'essais à celle d'exploitation, une autre question, d'ordre différent, sera immédiatement soulevée : celle de l'organisation des entreprises de traction. Nous avons vu que, pour la traction des chevaux, on n'avait pu, dans certains cas, obtenir de bons résultats que d'une monopolisation très stricte du halage. De par la nature même du travail à faire, les entreprises, il est vrai, peuvent être fractionnées en parcours assez réduits, et les concessions n'être données que pour de courtes périodes ramenant à intervalles rapprochés des adjudications nouvelles.

Une organisation de traction mécanique sera autrement dispendieuse. De façon ou d'autre, il faudra bien compter de 20 à 25.000 francs par kilomètre, il lui faudra exploiter de longs parcours, et elle ne pourra pratiquer des prix bas que s'il y a un trafic très considérable, et des prix certains, que si elle a quelque assurance au sujet du trafic

qui s'adressera à elle. Il y a donc toute apparence qu'elle ne réussira à s'organiser qu'à la faveur d'un monopole sous une forme quelconque : quelques abus qu'aient pu produire des régimes de ce genre, ces abus ont pu être la conséquence d'une organisation mauvaise et non pas nécessairement du principe lui-même. Le mot seul cependant suffit aujourd'hui à soulever des protestations peut-être pas toujours très réfléchies; la chose n'ira donc pas sans des difficultés certaines: on aura à lutter contre des principes absolus, d'ordinaire trop dédaigneux des nécessités pratiques.

II. — Personnel de la navigation intérieure. — Mariniers et entreprises de transport. — Prix du fret.

Nous avons dit, plus haut, quel était le chiffre considérable du tonnage transporté annuellement sur les voies navigables françaises. Comme bien on pense, tous ces transports ne se font pas sans nécessiter le concours de toute une population ouvrière qu'ils font vivre. Laissant de côté tout le monde des affréteurs qui n'appartient pas à la catégorie des ouvriers, les chargeurs et déchargeurs, les charretiers conduisant les chevaux de halage, il est possible d'évaluer à au moins 10 à 12.000 le nombre des mariniers proprement dits conduisant leurs embarcations et constituant une classe toute spéciale de travailleurs.

§ 1. — **Mariniers et entreprises de transport.**

Il n'y a, au point de vue de l'utilisation, aucune analogie possible entre le bateau et le wagon. Le premier, sur un réseau comme celui que nous avons en France, voyage isolément sur la plus grande partie de son parcours. Lors même qu'il est sur une rivière remorqué en convoi, il n'est pas guidé sur des rails et a besoin de quelqu'un pour le conduire. Comme son chargement représente facilement celui de 20 à 30 wagons, il n'en résulte pas une dépense exagérée de main-d'œuvre, et c'est, en tous cas, une obligation.

D'autre part, nous avons fait remarquer qu'il n'y a aucune nécessité que le bateau remorqueur et le bateau porteur appartiennent à une seule et même entreprise. La chose est évidemment possible ; il n'est pas démontré, tant s'en faut, qu'elle doive donner le maximum d'économie; elle reste en France actuellement à l'état d'exception.

En fait, la plupart des bateaux employés au transport des marchandises sur les voies navigables françaises, appartiennent au marinier qui les conduit, qui y habite, avec sa famille, un logement singulièrement exigu, mais presque toujours remarquablement tenu, et qui, souvent, n'a pas d'autre domicile. Il mène là une existence nomade, plus dure que toute autre, exposé à toutes les intempéries et à mille causes d'accidents : durant la route, chaque journée voit se succéder les longues heures où l'embarcation va presque toute seule au pas des chevaux de halage, puis les passages aux endroits rétrécis ou encombrés qui, au contraire, exigent de lui des manœuvres parfois pénibles, toujours délicates. Atteint-il par jour le chiffre, maintenant fatidique, de 8 heures de travail effectif ? Il est permis d'en douter; mais, par contre, il est astreint couramment à 10, 12, et même 15 heures de présence à son gouvernail, prêt à parer à toute éventualité qui puisse surgir. Comme tous les autres, naturellement, le métier exige un long apprentissage, mais cet apprentissage, le marinier l'a commencé dès sa plus tendre enfance, dès qu'il a eu les jambes assez solides pour que sa mère lui ait permis de courir sur le plat-bord du bateau, car presque tous, sinon tous, sont fils de mariniers.

Si leur existence a, à bien des égards, des côtés pénibles, par contre ces hommes sont à la fois des ouvriers et de vrais entrepreneurs de transports : leur instrument de travail leur appartient pleinement, ils vivent chez eux avec leur femme et leurs enfants, ayant échappé complètement à l'embrigadement dans quelque vaste entreprise et à l'agglomération dans l'usine.

Ce sont là des conditions de travail qui, malheureusement, ne se peuvent plus que trop rarement réaliser en l'état actuel de l'industrie, dont on doit du moins souhaiter qu'elles puissent se maintenir là où elles existent, et, en l'espèce, il faut pour cela que le batelier isolé, possesseur d'un seul bateau, soit assuré de trouver partout la traction qui lui est nécessaire.

Pour être de beaucoup le plus nombreux, le marinier dont nous venons de parler n'est pas seul à fréquenter les voies navigables, et il y rencontre son principal concurrent dans les bateaux appartenant à des Compagnies de transports, assez nombreuses autrefois, aujourd'hui diminuées en nombre mais augmentées en importance par suite de diverses fusions. Ici, le bateau appartient à la Compagnie, il est conduit par un ou plusieurs hommes à ses gages, et, d'ordinaire, traîné par des remorqueurs qui lui appartiennent également. Ainsi organisée, une entreprise de transports, constitue un tout complet qui peut se suffire à lui-même, contre lequel le marinier ne peut lutter que parce qu'il trouve, pour le mener, d'autres entreprises qui font uniquement du remorquage soit avec des remorqueurs, soit avec des toueurs. A ces dernières, qui ne peuvent exploiter qu'en vertu d'une permission, le cahier des charges qui leur est imposé, par suite de l'octroi de la permis-

sion dont elles jouissent, restreint plus ou moins, quand il ne le supprime pas, le droit de faire des transports pour leur compte, et ce qui précède suffit à faire comprendre que cette précaution est prise au profit du marinier indépendant.

Il est permis de conclure de là, et c'est bien ce que semble confirmer la pratique, qu'à la seule condition d'être assuré de se pouvoir faire tractionner, le marinier indépendant se trouve dans le cas de pouvoir sûrement lutter contre la concurrence des compagnies de transports et, étant données les conditions dans lesquelles nous avons vu qu'il travaille, il n'y a manifestement pas lieu de le regretter.

Ce n'est pas du reste que le métier de marinier soit fort rémunérateur ni cependant que les prix aient atteint le minimum dont ils sont susceptibles.

§ 2. — Prix de fret.

Le fret que touche un marinier pour un voyage, est absorbé en somme :

1° Par les dépenses de traction et d'assurances;

2° Par ce qu'il paie aux pilotes qui le conduisent sur une partie de son parcours ;

3° Par la rémunération à donner aux affréteurs;

4° Par ce que lui coûte sa vie pendant un voyage.

1. *Traction.* — Le coût de la traction est modéré. Sur les canaux du Nord, où le halage est concédé, il varie de 2 à 3 millimes la tonne kilométrique selon les canaux; les prix sont fermes. Là où le halage est libre, les prix sont plus variables, mais, en moyenne, se tiennent aux environs de 0 fr., 003 la tonne kilométrique.

Sur les canaux de l'Est, où la fréquentation est moindre, ils varient de 2 à 5 millimes.

Sur l'Oise, où la fréquentation est considérable, les prix de halage sont moyennement de 2 à 2 1/2 millimes en descente, et de 5 en remonte.

Sur la basse Seine, avant l'introduction du touage, ils étaient d'environ 3 centimes en remonte. Le touage installé, ils ont été longtemps de 1 centime (c'était alors un prix ferme toute l'année); plus tard, après l'achèvement des premiers travaux de régularisation, ils ont été de 10 à 14 millimes en hiver et de 7 en été. Actuellement, la concurrence étant plus active que jadis entre les diverses entreprises, ils varient de 14 à 15 millimes en hiver à 2 à 3 en été; la période des prix élevés étant notablement plus courte que celle des prix bas, le tarif moyen est à coup sûr très inférieur à ce qu'il était autrefois, ce qui est tout naturel, étant donnée l'amélioration du fleuve; mais cette moyenne n'est réalisée que par de grands écarts entre les prix extrêmes.

Mais, en somme, soit avec des prix fermes là où il y a halage monopolisé, soit avec des prix variables, là où il y a régime de liberté, les tarifs sont, on le voit, très bas, sur les voies à grande fréquentation.

Ils restent bas sur la haute Seine, s'élèvent davantage sur l'Yonne où ils arrivent, en remonte, à dépasser 15 millimes, et sur la Saône, où ils sont, d'ordinaire, de 10 millimes en descente, et de 15 à 18 en remonte.

Sur le Rhône, quand la *Compagnie générale de Navigation* consentait à remorquer d'autres bateaux que les siens avec ses grappins, elle faisait payer de 30 à 60 millimes la tonne kilométrique.

Ces dernières voies (Yonne, Saône, Rhône) sont relativement peu fréquentées, assez peu pour qu'il n'y ait pas là d'organisation complète, ce qui facilite l'absorption de fait par quelques sociétés qui y créent ainsi un monopole à leur profit et maintiennent des prix hauts. En cet état, elles intéressent les Compagnies de transports plus que les mariniers indépendants.

Le halage sur les canaux du Centre et sur le canal de Bourgogne, moins fréquentés que les voies du Nord, est naturellement à un prix plus élevé que sur ces dernières, et on peut l'estimer à 4 ou 5 millimes la tonne kilométrique.

Ces prix, en l'état actuel, sont-ils exagérés? C'est surtout pour les voies à grande fréquentation que la question est intéressante, et pour celles-là au moins, nous estimons que l'on peut répondre non. En dehors des Compagnies de transports et de celles qui ne font que de la traction, il existe, sur la Seine, une organisation de remorquage réalisée par une société mutuelle de mariniers qui, volontiers, se croient victimes des tractionneurs, et ont pensé ainsi leur échapper.

Or, cette société ne vit que parce que ses adhérents se paient à eux-mêmes des prix sensiblement plus élevés que ceux qui sont pratiqués par les autres entreprises, et aussi que ceux qu'ils font payer aux mariniers non sociétaires, ce qui tendrait bien à prouver que ces derniers n'ont rien d'excessif.

En réalité, ce n'est pas de là, pensons-nous, que viennent au budget des mariniers des surcharges excessives, pas plus, du reste, que des prix des assurances qui, étant l'objet d'une concurrence assez active, se tiennent bas.

2. *Pilotage.* — Nous n'en dirons pas autant du pilotage. En canal, le marinier conduit seul son bateau : en rivière, le règlement exige deux hommes à bord, et il prend un pilote qu'il nourrit, et paie parfois très cher. Pour les voyages du Nord à Paris par exemple, ce pilotage s'exerce sur l'Oise

et la Seine, c'est-à-dire sur moins de moitié du parcours. Il coûte souvent plus cher que la traction sur la même partie du parcours, c'est-à-dire là justement ou cette traction exige la plus grande dépense de travail. Pour paradoxal que cela puisse paraître, ce n'en n'est pas moins vrai. Or, si le marinier, vivant toujours à bord de son bateau, voulait bien se donner la peine de se mettre en état de le conduire en rivière (et il n'y aurait rien là qui exigeât de lui des capacités extraordinaires) au lieu du pilote qui, embarqué, devient un maître, il pourrait se contenter d'un aide, moins encombrant et moins coûteux ; il pourrait y avoir là une source d'économies appréciables.

3. *Affrètement.* — A la recherche de marchandises à transporter, le marinier les va demander à des affréteurs qui, pour paiement du service rendu, prélèvent en moyenne 3 % du montant de ce que peut lui rapporter un voyage. On peut se demander si ce n'est pas une dépense exagérée, s'il n'y aurait pas là quelques réductions à espérer.

4. *Durée du voyage.* — Reste enfin la durée du voyage : là aussi il y aurait à gagner et beaucoup ! En fait, les mariniers qui font d'habitude les transports de charbon du Nord sur Paris, soit un parcours d'environ 350 kilomètres, ne font moyennement que quatre voyages pendant une année qui comporte de 10 à 10 1/2 mois de navigation possible. A coup sûr, on peut gagner beaucoup et, si, de quatre voyages, on passait seulement à six, il est visible que le prix du fret pourrait s'en abaisser considérablement, puisque ce serait presque un mois de l'existence du marinier et de sa famille, dont chaque voyage se trouverait allégé.

Il y a donc là, on le voit, toute une série de progrès possibles dont la réalisation mettrait le marinier ordinaire en infiniment meilleure posture vis-à-vis des compagnies de transports, et abaisserait sensiblement le coût des transports par eau. A ce point de vue, la mise en service de procédés de traction mécanique sur les canaux aurait une extrême importance ; l'unification des voies navigables en aura également, mais cependant nous en avons dit assez pour montrer que ce n'est pas là le seul élément de la question.

En fait, les transports du Nord sur Paris coûtent environ 14 millimes la tonne kilométrique. Or, en Amérique, sur le canal Érié, où, il est vrai, la voie est assez large et les écluses assez grandes et assez rares pour qu'il ait été possible d'y organiser le remorquage à vapeur, le parcours annuel d'un bateau est de 10.000 kilomètres (au lieu de 2.500 à 3.000), et on arrive à des frais de transport de 6 à 7 millimes la tonne kilométrique ! (Sur la rivière Ohio, en descente, il est vrai, on arrive à un prix de près de 1 mill. 6 par tonne kilométrique.) Il est juste d'ajouter que le trajet étant de près de 800 kilomètres, les arrêts au chargement et au déchargement ont proportionnellement peu d'importance, que la voie offre des conditions de circulation plus faciles que nos canaux, que le fret de retour est plus abondant que chez nous ; il n'en paraît pas moins possible que la grande différence que nous venons de signaler se puisse atténuer.

Quoi qu'il en soit, en l'état actuel, le prix ci-dessus représente pour les mariniers fréquentant les voies du Nord et du Nord-Est (ce sont les plus nombreux) à raison de 4 voyages par an du Nord sur Paris, une recette brute d'environ 5.000 francs, sur laquelle, après avoir soldé toutes les dépenses énumérées plus haut, il faut encore payer ses cordes et agrès, les réparations du bateau et vivre.

Il est permis de croire que si, avec un peu plus d'activité, le marinier obtenait un accroissement important de sa recette brute, même en faisant profiter expéditeurs et destinataires de prix de fret plus réduits, il pourrait, en outre, augmenter ses ressources personnelles.

A. de Bovet.
Ingénieur des Mines.
Directeur de la Compagnie de Touage de la basse-Seine et de l'Oise.

Bibliographie.

Tourasse et Mellet. — *Essai sur les bateaux à vapeur.* Paris, Mahler, 1829.

Labrousse. — *Traité du Touage sur chaîne noyée.* Paris, Baudry, 1866.

Chanoine et de Lagrené. — *Mémoire sur la traction des bateaux.* (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1864).

De Lagrene. — *Cours de navigation intérieure.* Paris, Dunod, 1871.

Moreaux. — *Etudes sur la navigation du Rhône.* Paris, Baudry, 1883 et 1890.

B. de Mas. — *Recherches expérimentales sur le matériel de la Batellerie.* Paris, Imprimerie nationale 1891-1895.

Maurice Levy et Pavie. — *Etude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux.* Paris, Imprimerie nationale 1894.

Statistique du Ministère des Travaux Publics.

Rapports et Comptes Rendus des Congrès de Navigation intérieure : 1° Bruxelles 1885. — 2° Vienne 1886. — 3° Francfort 1888. — 4° Manchester 1890. — 5° Paris 1892. — 6° La Haye 1894.

Rapport du Congrès de l'utilisation des eaux fluviales. Paris, 1889.

Rapport du World's Colombian Water Commerce Congress. Chicago, 1890. A. de B.

617 }
618 }

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

La *sérothérapie* et la *toxicothérapie*, qui, l'an dernier, avaient soulevé de si nombreux travaux, sont actuellement expérimentées d'une manière assez générale, mais n'ont guère été l'objet de travaux nouveaux importants. C'est là une question que nous retrouverons certainement plus tard; pour l'instant, nous pouvons nous en tenir aux conclusions que nous avons posées dans notre dernière revue [1], nous contentant de mentionner les tentatives nouvelles de *sérothérapie* faites par Albarran et Mosny contre l'infection urinaire.

Par contre, dans nos diverses sociétés scientifiques, à la Société de Biologie, à la Société de Chirurgie, à l'Académie de Médecine, nous trouvons à l'ordre du jour la question des *injections massives de sérum artificiel*, qui semble avoir cette année préoccupé un grand nombre de chirurgiens.

Injections massives de sérum. — L'idée de faire pénétrer dans l'organisme de grandes quantités de liquides salins n'est pas nouvelle. Dès 1830, Joehrnichen (de Moscou) pratiquait ces injections dans la période algide du choléra.

Landerer en 1881, Sahli en 1890, Richardson et Hytler en 1891 les préconisaient dans le traitement de l'anémie aiguë des grandes hémorragies. En 1892, Pilcher (de Brooklyn) publiait un travail sur les injections intra-veineuses de solutions salines comme traitement du choc et de l'anémie aiguë. La question était en même temps étudiée expérimentalement, en 1888 et 1889, par Dastre et Morat, qui montraient que, par des injections intra-veineuses, on faisait un véritable lavage du sang, mais qui cependant n'en obtenaient pas des résultats favorables chez les animaux infectés ou intoxiqués.

Les sérums d'animaux ayant des propriétés toxiques, et l'eau distillée altérant les éléments histologiques du sang, on a, le plus souvent, recours soit à une solution de chlorure de sodium dans l'eau distillée à 7 °/₀₀, soit à une solution de chlorure de sodium 5, sulfate de soude 10, eau 1.000, solution que l'on stérilise par un passage à l'autoclave à 120° ou par une ébullition de 20 minutes à une demi-heure.

L'injection doit être faite à la température du corps; comme elle perd quelques degrés pendant les manipulations, on la prépare à 40°. Le liquide est injecté à la dose de 300 à 1.500 grammes, soit dans une veine, soit simplement dans le tissu cellulaire.

Sans vouloir insister sur les diverses opinions exprimées, nous dirons simplement que ces injections massives de solutions salines sont actuellement employées dans deux conditions différentes, soit chez les sujets en état de choc ou d'anémie aiguë, soit dans les cas d'infections ou d'intoxications.

Contre le choc ou l'anémie aiguë, l'action des injections salines n'est pas discutable. Contre les infections et les intoxications, elle est moins nette : Lejars, Delbet, Duret, Jayle, Tuffier, Michaux, Pozzi, etc. en ont obtenu de bons résultats ; pour notre part, nous avons été moins heureux ; et, si, après les hémorragies graves, dans le choc, nous avons obtenu des résultats excellents des injections massives de solutions salines, il n'en a pas été de même dans les infections (péritonites) et dans les intoxications (coma diabétique ou hépatique par exemple) ; dans ces cas, nous n'avons noté aucune amélioration. Il faut toujours surveiller l'état des reins et du cœur, leur mauvais fonctionnement contre-indiquant l'emploi des injections salines massives.

Rayons X. — Une autre question toute d'actualité est celle de l'*emploi des rayons X* en Chirurgie. La découverte de Röntgen ne pouvait manquer de trouver rapidement son application. On ne compte déjà plus les cas où la photographie a permis de préciser la situation exacte d'un corps étranger, et cela, non seulement pour des corps étrangers des membres, mais encore pour ceux inclus dans la cavité cranienne ou même dans des cavités plus grandes, un corps étranger de la partie thoracique de l'œsophage chez un malade de William White. Des expériences, faites sur des cadavres dans le service du Professeur Guyon, tendraient même à démontrer que l'on peut arriver à photographier des calculs inclus dans le parenchyme du rein.

Jusqu'ici il semble cependant que ce soit surtout dans l'étude des affections osseuses et articulaires que la photographie par les rayons X semble appelée à rendre des services.

I. — Crane et rachis.

Tumeurs cérébrales. — Rarement pratiquées dans notre pays, les opérations pour tumeurs cérébrales semblent se multiplier à l'étranger, en Allemagne, en Amérique, et surtout en Angleterre. Les travaux récemment publiés ont principalement porté sur la technique opératoire et sur le diagnostic de ces tumeurs.

Keen, Horsley et Mac-Ewen conseillent d'opé-

[1] Voir *Revue générale des Sciences*, 1895, p. 937.

rer en deux temps, pour éviter les accidents de choc. Dans un premier temps on ouvre la boîte cranienne, puis, sans inciser la dure-mère, on réapplique le lambeau cutané; trois ou quatre jours après, on désunit le lambeau, on incise la dure-mère et l'on s'attaque à la tumeur. — Pour diminuer l'hémorragie [1] et faciliter l'opération, Horsley se sert d'une table opératoire spéciale, dont la caractéristique est de posséder une sorte de coquille métallique immobilisant la tête et la maintenant au-dessus du niveau du corps. — Un point à peu près universellement admis, c'est la nécessité de pratiquer une large ouverture de la boîte cranienne, ce qu'on ne faisait pas autrefois, par crainte de la hernie du cerveau; c'est une crainte vaine : la hernie du cerveau ne résulte pas de la grandeur de la brèche osseuse, mais de la suppuration de la plaie. Pour faire ces grandes ouvertures du crâne, les chirurgiens tendent à abandonner le trépan, tout au moins les larges couronnes qu'employaient, il y a peu de temps encore, Lucas-Championnière, Horsley et Keen. On ne se sert plus du trépan ordinaire que pour enlever une première rondelle osseuse, puis on agrandit la brèche soit avec la pince-trépan de Farabeuf, soit avec des scies. A ce point de vue, nous devons signaler les diverses scies, rectilignes ou circulaires, que l'on a construites dans ces dernières années et que l'on met en mouvement, soit avec un moteur à main, soit avec un moteur électrique. Il faut croire que ces divers instruments ne sont pas encore parfaits, puisque Horsley, qui a, en la matière, une pratique très étendue, les abandonne actuellement pour tailler de larges lambeaux osseux avec une scie ordinaire à amputations.

Sans vouloir tracer ici un exposé de la clinique des tumeurs cérébrales, nous rappellerons qu'elles se manifestent par deux ordres de symptômes : les symptômes d'irritation (céphalalgie, vomissements, névrite optique et épilepsie) et les phénomènes de suppression fonctionnelle (paralysies sensitives et motrices). Signalons simplement ce fait, encore peu connu, démontré par les chirurgiens, à savoir que, contrairement à l'opinion de quelques neuropathologistes, l'épilepsie généralisée n'est pas nécessairement une épilepsie idiopathique, mais qu'elle peut traduire l'existence d'une tumeur dans deux conditions différentes, lorsqu'il s'agit d'un néoplasme profond ou quand la lésion est très étendue. Ce qui est très important à connaître pour le chirurgien, c'est le mode de début de l'attaque, le point où commence la convulsion initiale. Sa connaissance permet de localiser la lésion.

[1] Dans le même but, diminuer l'hémorragie, on a conseillé de faire précéder l'anesthésie d'une injection hypodermique de morphine ou d'une injection d'ergotine.

Pour intervenir, il ne faut pas attendre l'apparition des signes d'augmentation de la tension intra-cranienne, tels que céphalalgie, vomissements, névrite optique, etc... L'intervention est de règle lorsqu'on se trouve en présence d'épilepsie jacksonienne, de paralysie motrice ou sensitive à caractère progressif.

Par l'opération, on enlèvera les tumeurs corticales (psammomes, épithéliomes, tubercules, etc.). Si l'on en croit Horsley, Gowers et A. Starr, il y aurait même avantage à opérer dans le cas de lésions syphilitiques, lorsque la guérison n'est pas survenue au bout de six semaines de traitement mixte.

Suppurations intra-craniennes d'origine auriculaire. — C'est surtout dans le traitement de la thrombose infectieuse des sinus que la Chirurgie a fait des progrès. Bergmann a beaucoup insisté sur ce point au dernier Congrès des Chirurgiens allemands. Il conseille de lier la jugulaire avant d'ouvrir et de vider le sinus.

Spina bifida. — Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner dans cette *Revue* les tentatives de guérison du spina bifida par l'excision [1].

Dolhinger en Russie, Rochet à Lyon, ont, après l'excision du spina bifida, cherché à combler la brèche vertébrale en utilisant les lames des vertèbres, mais leur arrêt de développement peut être tel qu'elles ne suffisent pas à combler la fissure. Aussi Bobroff, de Moscou, a-t-il proposé de recourir à l'os iliaque, où l'on peut tailler un lambeau de longueur et d'épaisseur voulues. Pour les fissures plus élevées, il emprunte des lambeaux osseux aux côtes. Enfin, tout récemment, Sklifossovsky a proposé d'emprunter un lambeau osseux aux omoplates si le siège de l'ouverture du rachis correspond à la région.

II. — Appareil respiratoire.

Poumons. — Deux grandes discussions, l'une au Congrès de Chirurgie en octobre dernier, l'autre à la Société de Chirurgie, en novembre et décembre, de nombreux travaux à l'étranger, en Allemagne principalement, nous permettent pour la première fois d'aborder dans cette revue d'une manière un peu étendue la chirurgie du poumon.

Dans son rapport au Congrès, M. Reclus a montré ce qu'on pouvait attendre de la chirurgie dans les affections pulmonaires. Comme il l'a bien établi, c'est dans les lésions cavitaires que l'intervention est le plus souvent indiquée.

On n'a guère lieu d'intervenir dans des *lésions traumatiques*. Bien que l'opération ait été suivie de

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 octobre 1893, t. IV, p. 670.

guérison dans deux cas, l'un de Michaux et l'autre de Quénu, nous croyons qu'il est rarement indiqué de prendre le bistouri. Dans ces deux cas, après ouverture du thorax, ni l'un ni l'autre de ces chirurgiens n'a osé placer une pince sur le point qui saignait, tous deux se sont contentés de tamponner à la gaze iodoformée. Rien ne nous dit que le malade de Michaux n'aurait pas guéri, comme plusieurs de nos malades, si l'on s'était contenté de diminuer un peu la compression du poumon en vidant partiellement l'épanchement sanguin par une ponction aspiratrice. Quant au fait de Quénu, il s'agissait d'hémorragies secondaires avec fièvre, et l'opération neuf jours après l'accident n'est nullement comparable aux interventions immédiates dirigées contre le symptôme hémorragie. L'intervention opératoire n'a, du reste, pas empêché de mourir les blessés d'Omboni et de Delorme ; aussi croyons-nous qu'on peut encore aujourd'hui répéter ce qu'écrivait, il y a un an, Reclus dans son Rapport : « La résection temporaire ou définitive d'une portion de la paroi thoracique pour atteindre une plaie pulmonaire et tarir une hémorragie mortelle à brève échéance peut être une ressource suprême qu'il faut connaître, mais elle est dangereuse, et l'expérience ne l'a point encore sanctionnée. »

Dans le *cancer*, la pneumotomie n'a jusqu'ici guère trouvé d'indication. Au début, le cancer du poumon n'est pas décelable par nos moyens actuels d'investigation; plus tard il est trop étendu pour pouvoir être utilement extirpé. Seuls les envahissements secondaires du poumon par un néoplasme de la paroi thoracique semblent du ressort de la chirurgie. Si, en pareil cas, Weinlechner a vu son opéré succomber, Krönlein et Müller ont obtenu des succès.

Chez les *tuberculeux*, l'indication opératoire se pose rarement. L'ablation de masses tuberculeuses a été pratiquée par Block, Krönlein, Ruggi, Tuffier, Lawson avec des résultats divers. Il semble aujourd'hui que cette opération doive être proscrite. Si les lésions sont circonscrites et le malade bien portant au point de vue général, le traitement médical suffit; si les lésions sont étendues, leur ablation nécessite un délabrement que le malade ne peut supporter.

A la période de caverne, l'intervention est plus souvent justifiée, bien que les résultats obtenus jusqu'ici n'aient pas été bien brillants. La ponction, suivie d'injections antiseptiques dans la cavité, préconisée par Mosler et Pepper, n'a pas donné de résultats satisfaisants et est aujourd'hui abandonnée. D'après Quincke, ce qui s'oppose à la cicatrisation de la caverne, c'est : d'une part, la stagnation des sécrétions dans son intérieur; d'autre part, la rigidité de la paroi thoracique, qui empêche la rétraction. Aussi faut-il, en même temps qu'on incise le foyer, faire une résection de la deuxième et de la troisième côte en regard de la caverne. Il est bien évident que l'opération ne doit être faite que lorsqu'on se trouve en présence d'une phtisie fibreuse.

Dans la *dilatation bronchique*, la pneumotomie semble quelquefois utile. D'après Walther, l'intervention ne donnerait de bons résultats que si l'on pratique une résection totale de la paroi, suivant la méthode de Schede, de manière à permettre une dépression très profonde du thorax qui suppléera à l'inextensibilité du poumon sclérosé. D'une manière générale, on ne peut guère compter sur une guérison complète, et la pneumotomie semble n'être, dans la dilatation bronchique, qu'une opération palliative; elle est possible lorsque l'excavation pulmonaire est grande, qu'elle s'accompagne de symptômes de résorption putride et d'expectoration abondante; elle améliorera l'état du malade, mais le guérira rarement, les lésions étant presque toujours diffuses.

Au contraire, dans les *kystes hydatiques*, dans la *gangrène*, dans les *abcès* du poumon, on ne saurait trop recommander l'opération, et il est regrettable qu'en pareil cas les médecins n'appellent pas plus souvent le chirurgien à leur aide. Un point peu signalé et qui ressort de la lecture des observations, c'est la gravité des ponctions exploratrices dans les kystes hydatiques du poumon, gravité plus grande que celle de la pneumotomie franche; un grand nombre de malades meurent immédiatement asphyxiés à la suite de l'irruption du liquide hydatique dans les bronches.

Nous ne décrirons pas ici la *technique* à employer dans la chirurgie pulmonaire, cette technique est simple : Ouvrir largement le thorax, suturer les feuillets pleuraux lorsque la grande séreuse est libre, inciser le poumon avec le thermo-cautère au rouge sombre, ne pas faire de lavages de la cavité.

Par contre, nous dirons un mot de l'*exploration du poumon* dans les lésions pulmonaires de faible étendue et difficiles à délimiter. Pour la pratiquer, Bazy conseille de faire à la plève une petite incision permettant au doigt de pénétrer et de toucher directement le poumon; au point où l'on trouvera une induration, une adhérence, on incisera largement et l'on agira sur le poumon. Tuffier, au contraire, craignant le pneumo-thorax, qui est un obstacle aux interventions sur le poumon, décolle la plèvre du plan thoracique et explore le poumon à travers une cavité pleurale non ouverte. Ce décollement serait facile sans déchirure, et il serait possible, par la résection d'une seule côte dans une

étendue de 5 centimètres environ, de décoller la plèvre du pourtour de l'incision sur une étendue au moins égale à celle de la main.

Plèvre. — Le traitement chirurgical du *pyo-pneumo-thorax* est à l'heure actuel fort discuté. Aussi nous paraît-il intéressant de mentionner tout au moins deux faits de Gérard Marchand, qui nous montrent que, même chez des malades atteints de lésions tuberculeuses irrémédiables, l'ouverture large du thorax avec résection costale peut être suivie de guérison, la fistule pulmonaire se fermant spontanément après l'opération.

III. — Abdomen.

Estomac. — Deux faits, l'un dû à Lejars, l'autre qui nous est personnel, montrent que l'ingestion de liquides caustiques peut ne déterminer que des lésions légères de la bouche et de l'œsophage, alors que leur arrêt dans l'estomac peut brûler profondément ce viscère et déterminer un *rétrécissement cicatriciel du pylore* à marche rapide. L'indication opératoire est alors nette. C'est à la gastro-entérotomie qu'il faut avoir recours. Faite avec l'aide du bouton de Murphy par Lejars, avec un simple surjet à la soie par nous, elle a, dans les deux cas, assuré la guérison du malade.

Chez une malade, dont l'estomac tout entier était tombé au-dessous de l'ombilic et occupait la région hypogastrique, Duret a eu recours à la *gastropexie*. Il fixa à la paroi abdominale le pylore, la petite courbure et la partie voisine de la face antérieure de l'estomac. L'opération est encore trop récente pour qu'on puisse dire quel en sera le résultat définitif.

Appendicite. — A deux reprises nous avons déjà eu l'occasion d'appeler l'attention de nos lecteurs sur cette affection très étudiée depuis quelques années [1]. Dès 1891, alors que la plupart des chirurgiens français cherchaient à enlever de parti pris l'appendice dans tous les cas, nous écrivions que la conduite la plus sage nous semblait d'ouvrir simplement la cavité suppurée dans le cas où elle était limitée. L'opinion que nous émettions alors semble aujourd'hui à peu près généralement acceptée. Dans un travail qu'il vient de publier, William White, après enquête faite auprès des principaux chirurgiens américains, rejette la pratique de l'ablation systématique de l'appendice, qu'il qualifie de « méthode routinière ». Il conclut, pour tous les cas où l'on opère du troisième au sixième jour, alors que des adhérences sont formées, à la simple ouverture du foyer, qui, si elle n'est pas une opération « théoriquement complète », a, au moins, l'avantage de ne pas compromettre la vie du malade.

Un second point de l'histoire de l'appendicite, très étudié dans le courant de cette année, est celui de sa pathogénie, qui a été exposée au point de vue clinique et anatomo-pathologique par le Professeur Dieulafoy, au point de vue expérimental par Roger et Josué. Rappelant les expériences de de Klecki, qui ont établi que, dans une anse intestinale, transformée par une ligature en cavité close, il se produit une énorme pullulation des microbes habituels de l'intestin et une forte exaltation de leur virulence, Dieulafoy pense qu'il se produit quelque chose d'analogue dans l'appendice. Ce diverticule de l'intestin peut être transformé en cavité close, soit par le développement lent et progressif d'un calcul appendiculaire, soit par la tuméfaction inflammatoire de sa muqueuse, soit par la formation d'un rétrécissement fibreux. Les microbes de l'appendice emprisonnés exalteraient leur virulence et deviendraient un foyer de poly-infection dont le coli-bacille et le streptocoque sont les principaux agents.

Bien que très séduisante, cette théorie pathogénique de l'appendicite n'a pas été universellement acceptée ; on lui a objecté : d'une part, les faits d'appendicite avec appendice largement béant ; d'autre part, ceux d'appendice transformé en kyste muqueux par rétention sans le moindre phénomène inflammatoire. Aussi voyons-nous Brun retourner les termes de la proposition et nous dire : La transformation du canal appendiculaire en une cavité close est l'un des résultats de l'appendicite.

Un point sur lequel il y a, au contraire, concordance d'opinions, est celui de l'hérédité de l'appendicite, sans que, pour cela, on soit d'accord sur le genre d'hérédité en cause. Les uns voient là une manifestation de l'hérédité arthritique qui favoriserait le développement de la lithiase appendiculaire comme elle favorise le développement des concrétions urinaires et biliaires (Dieulafoy); les autres admettent la transmission ou la coexistence héréditaire, dans une même famille, d'un vice de développement congénital de l'appendice, qui n'est en réalité lui-même qu'un vestige d'organe incomplètement développé (Talamon).

Anus contre nature. — Deux points nouveaux sont à signaler dans le traitement de cette infirmité dégoutante et rebelle : 1° L'emploi du bouton de Murphy; 2° l'incision péritonéale d'emblée. D'après les observations réunies par Touche dans sa thèse, les résultats obtenus avec le bouton de

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 août 1891, t. II, p. 545, et 30 octobre 1893, t IV, p. 671.

Murphy[1] seraient meilleurs que ceux que l'on a par les autres modes de réunion de l'intestin. Quant à l'incision péritonéale d'emblée, elle vient d'être récemment préconisée par Gangolphe. Elle consiste en une section de tous les plans de la paroi abdominale à une certaine distance de l'anus contre nature, dans des tissus sains par conséquent, et permet de libérer les bouts intestinaux en voyant ce que l'on fait.

Cure radicale des hernies. — Pour la hernie inguinale, le procédé de Bassini, qui reconstitue un canal inguinal oblique comme le trajet normal, compte de plus en plus d'adeptes. Depuis dix-huit mois environ, c'est le seul procédé auquel nous ayons recours, et les résultats que nous avons obtenus nous ont semblé parfaits. C'est actuellement le procédé de choix.

Pour la hernie crurale, au contraire, avec les procédés communément employés, les résultats définitifs sont loin d'être constamment bons. C'est que l'arcade de Fallope, rigide, empêche de réséquer le sac aussi haut qu'on le voudrait et que, d'autre part, la suture de l'arcade à l'aponévrose du pectiné est difficile à bien faire, l'arcade ne se laissant pas toujours bien déprimer jusqu'au contact de l'aponévrose pectinéale inextensible. Aussi Henry Delagénière a-t-il eu l'idée de fendre systématiquement cette arcade, ce qui lui permet de remonter plus haut dans la dissection du sac. Celui-ci réséqué, au lieu de chercher à reconstituer l'arcade de Fallope, il en complète l'effondrement en s'efforçant de la suturer à la bandelette iléo-pectinée.

Ruggi, Parlavecchio abordent la hernie par l'intérieur du ventre, en faisant une incision inguinale, procédé que conseille Tuffier dans le cas de coïncidence d'une hernie inguinale et d'une hernie crurale.

Foie. — La chirurgie du foie continue à être à l'ordre du jour. Un fait est aujourd'hui bien établi : c'est que la mortalité est à peu près nulle (1 mort sur 127 cas) dans les ablations de calculs de la vésicule biliaire ou du canal cystique. Aussi les malades porteurs de *calculs biliaires* n'hésitent-ils plus à se faire opérer, à l'étranger tout au moins, et nous voyons Kehr arriver, au dernier Congrès des Chirurgiens allemands, avec un total de 174 opérations sur la vésicule biliaire. En France, l'ablation des calculs contenus dans la vésicule n'est pas encore entrée dans la pratique courante. Les médecins préfèrent envoyer leurs malades à Vichy ou à Carlsbad. Ils ne recourent au chirurgien que plus tard, lorsque le malade a un calcul arrêté dans le cholédoque, lorsqu'il souffre d'un ictère chronique, ou encore lorsque, des phénomènes infectieux s'étant développés, il est en proie à des accès fébriles. Quand le foie est désorganisé et la santé générale altérée, nos médecins se décident. Les résultats ne sont plus alors les mêmes que pour les calculs de la vésicule, chez un malade dont le foie est sain. Et cependant, même alors, ils sont encourageants. La cholécystotomie, avec fermeture immédiate de la vésicule, et la cholécystectomie, semblent moins en faveur qu'il y a quelques années. L'opération qui semble, dans les discussions récentes, rallier le plus grand nombre de chirurgiens, c'est la *cholécystostomie simple.* Quand il n'y a pas d'oblitération des voies biliaires, la fistule biliaire externe se ferme spontanément, de huit jours à deux mois après l'opération ; ce qui semble en empêcher l'occlusion, c'est l'infection des voies biliaires. Nous laissons, bien entendu, de côté, les cas où il y a occlusion du cholédoque par un calcul, comme ceux où une lésion pancréatique le comprime.

A propos de ces lésions compressives du pancréas, nous devons dire que les travaux récents nous montrent, à côté des cancers bien connus de la tête du pancréas, comme *causes de rétention biliaire*, le cancer de l'ampoule de Vater (Bard, Hanot, Rendu, Durand-Fardel), dont l'évolution est plus lente que celle du cancer du pancréas proprement dit, et l'hypertrophie inflammatoire de la tête du pancréas, décrite cette année par Riedel. Cette pancréatite interstitielle est des plus importantes à connaître pour le chirurgien, la survie consécutive à la cholécystentérostomie pouvant alors être indéfinie. Dans les trois cas de Riedel, elle accompagnait la cholélithiase.

Deux observations du Professeur Terrier, communiquées au dernier Congrès de Chirurgie, ont montré que la cholécystostomie pouvait faire cesser des accidents d'*angiocholite infectieuse.* Le même chirurgien a établi que, dans certains cas, on pouvait, sans inconvénient pour la digestion, faire une *fistule cholécystogastrique*, ce que les expériences de Dastre avaient déjà démontré.

Le traitement des *kystes hydatiques* du foie peut être abrégé, comme l'a montré Delbet, en capitonnant la membrane adventice après avoir enlevé la vésicule-mère et les vésicules-filles, et en abandonnant le foie suturé dans l'abdomen.

Rectum. — Un nouveau procédé d'extirpation du rectum vient d'être préconisé par Gaudier, de Lille. Ce procédé, particulièrement applicable aux

[1] Nous avons eu l'occasion de décrire antérieurement le bouton de Murphy à propos de la gastro-entérostomie. Voyez *Revue générale des Sciences*, 30 septembre 1894, tome V, p. 689.

cas de cancers occupant la presque totalité du rectum, mérite le nom d'*abdomino-périnéal*.

Dans un premier temps, on pratique par la laparotomie la section du gros intestin entre deux ligatures placées à 4 centimètres l'une de l'autre; on incise le cul-de-sac recto-vésical, et l'on pousse assez loin le décollement du rectum. Puis, le sujet étant mis dans la position de la taille, on circonscrit l'anus par une incision circulaire, et l'on extirpe le rectum par la plaie périnéale qu'on réunit en totalité. Enfin, avec le bout supérieur de l'intestin, on pratique un anus artificiel.

Ce procédé a été modifié par Quénu, qui conseille d'aborder le rectum par la voie sacrée, terminant l'opération par la voie abdominale (opération *sacro-abdominale*).

IV. — Gynécologie.

Fibrômes utérins. — L'an dernier, dans notre revue annuelle, nous nous demandions si l'ablation de l'utérus fibromateux n'était pas la méthode de l'avenir [1]. La discussion qui a eu lieu au dernier Congrès français de Chirurgie, les nombreuses publications faites en Allemagne et surtout en Amérique, ont confirmé nos prévisions. Aujourd'hui, la question est tranchée, et il semble définitivement établi qu'il faut enlever l'utérus : par la voie vaginale, si la tumeur est de petit volume; par l'abdomen, si elle atteint des dimensions notables. La discussion ne porte plus que sur le choix du procédé, les uns se servant de pinces pour faire l'hémostase des ligaments larges, les autres recourant aux ligatures, d'autres enfin, comme Zweifel, laissant un tout petit moignon de col, qu'ils recouvrent d'un lambeau péritonéal. En tous cas, il semble que les querelles entre partisans du pédicule externe et partisans du pédicule rentré soient terminées, et que tout le monde s'accorde pour dire : Plus de pédicule.

Traitement des salpingo-ovarites et des suppurations pelviennes. — Déjà mise à l'ordre du jour du premier Congrès international de Gynécologie à Bruxelles, il y a quatre ans, la question du traitement des suppurations pelviennes vient d'être de nouveau soulevée au Congrès international de Genève, en septembre dernier.

A Bruxelles, l'impression générale donnée par la discussion avait été qu'il fallait de bonne heure recourir à l'hystérectomie vaginale, opération excellente, indiquée dans presque tous les cas. Quatre années se sont écoulées, et l'expérience n'a pas ratifié ces données de la première heure. Comme l'a dit un des rapporteurs, Sänger (de Leipzig), « le temps n'est plus où une seule méthode oserait accaparer la vérité pour elle seule. » Aujourd'hui on cherche à poser des indications de traitement, et l'on évite autant que possible les opérations comme l'hystérectomie, qui sont des opérations mutilantes d'emblée.

La simple incision vaginale des collections suppurées semble avoir gagné un terrain considérable. Nous ne parlons pas ici de la ponction avec le trocart, avec débridement consécutif, suivant la pratique de l'École de Lyon, mais de l'incision large faite au bistouri, que nous avons défendue avec Bouilly, Richelot, Henrotin, Sänger, Reynier, etc. C'est évidemment, de tous les traitements, le plus conservateur et le plus indiqué, toutes les fois qu'il est possible.

La même tendance conservatrice fait qu'avec Reynier, Doléris et la majorité des gynécologues allemands, nous avons cru devoir exposer les avantages de la voie abdominale sur la voie vaginale, la première seule permettant de graduer l'acte opératoire et de mesurer les sacrifices nécessités par l'examen direct des lésions.

A côté de ce retour en arrière vers les méthodes conservatrices, nous devons mentionner un deuxième point qui semble avoir été assez généralement accepté dans ce Congrès : c'est l'utilité qu'il y a à enlever l'utérus lorsqu'il est devenu inutile par suite de l'ablation bilatérale des annexes. Cette hystérectomie, faite dès le début de l'opération lorsqu'il s'agit d'une hystérectomie vaginale, sera pratiquée par l'abdomen dans les autres cas. Il ne semble pas qu'elle aggrave notablement le pronostic de la laparotomie, et actuellement on peut dire que la conservation d'un utérus inutile expose la malade à des douleurs et à des écoulements variés qu'il y a intérêt à éviter.

Traitement des rétro-déviations. — Dans le même Congrès de Genève on a discuté le traitement des rétro-déviations.

La vagino-fixation, récemment préconisée par les gynécologues allemands, semble d'ores et déjà condamnée, comme étant une cause fréquente d'avortement.

L'hystéropexie abdominale antérieure, très en faveur dans ces dernières années, semble perdre du terrain. Le raccourcissement des ligaments ronds conserve ses partisans. Le traitement semble, du reste, devoir différer suivant les cas. Aux rétroversions mobiles on opposera la réfection du périnée, les pessaires, le raccourcissement des ligaments ronds. Les rétrodéviations fixes et surtout les rétroflexions adhérentes devront être traitées par des opérations plus sérieuses, la cœliotomie avec libération uni ou bilatérale des annexes et

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 octobre 1895, p. 944.

hystéropexie concomitante, ou l'hystérectomie vaginale lorsque l'examen clinique aura révélé l'existence de lésions bilatérales indéniables des annexes.

V. — Membres.

Fractures. — Mise à l'ordre du jour du Congrès de Chirurgie en octobre 1895, la question de l'intervention opératoire dans les fractures des membres a soulevé de nombreuses communications.

Pour les fractures ouvertes, tout le monde semble aujourd'hui d'accord. Il faut procéder à un nettoyage antiseptique de la plaie, n'hésitant pas, si cela semble nécessaire, à débrider, à explorer la plaie pour en enlever les corps étrangers et les esquilles mobiles, etc. Dans certaines circonstances, on peut être amené, pour faciliter la réduction, à faire de petites résections partielles, mais les résections typiques, diaphysaires ou épiphysaires, semblent peu en faveur immédiatement après l'accident. La tendance actuelle est la conservation même dans les écrasements des membres, où nous voyons Reclus préconiser, à juste titre suivant nous, la conservation systématique en pratiquant une sorte d'embaumement du membre préalablement désinfecté.

L'accord est moins parfait pour le traitement des fractures fermées. Quelques chirurgiens, Pfeil, Schneider, au Congrès des chirurgiens allemands, Roux (de Brignolles) à la Société de Chirurgie, ont pensé qu'en présence de l'amélioration des résultats de la chirurgie opératoire, il était indiqué de recourir à l'intervention sanglante toutes les fois que la réduction et la contention de la fracture par les anciennes méthodes rencontreraient de sérieuses difficultés.

En Allemagne Bergmann et Wagner, en France la plupart des membres de la Société de Chirurgie, ont protesté contre la généralisation de cette pratique. M. Berger a même été plus loin et a démontré que, dans la presque totalité des cas, avec un peu d'attention, on arrivait à contenir toutes les fractures. A cet égard, nous mentionnerons l'appareil d'Hennequin, encore peu connu, et qui rend de grands services dans les fractures obliques de jambe, une des variétés de fracture les plus difficiles à traiter.

Luxations congénitales de la hanche. — Le traitement des luxations congénitales de la hanche devient de plus en plus à l'ordre du jour. Longtemps abandonnées, pour ainsi dire, à elles-mêmes, par suite de la conception pathogénique fausse de Verneuil, qui ne voyait en elles que le résultat d'une parésie des fessiers, les luxations congénitales de la hanche étaient traitées par le massage et les bains. Aujourd'hui, on sait qu'il s'agit d'une malformation de la hanche. Le cotyle est trop petit ou trop plat pour emboîter la tête fémorale. Aussi, dès que l'enfant marche, la tête fémorale file dans la fosse iliaque. Il y a, comme l'a montré Lannelongue, une malformation articulaire qui est le fait initial, puis secondairement une luxation.

L'indication thérapeutique est : 1° de réduire dans le cotyle la tête déplacée; 2° de l'y maintenir. Au début, Hoffa, de Wurtzbourg, croyant à une rétraction des muscles fessiers, faisait une incision postérieure pour aborder l'articulation; Lorenz, de Vienne, pensant, au contraire, à une rétraction des muscles adducteurs, faisait une incision très antérieure; aujourd'hui, tout le monde s'accorde pour faire une incision directement externe, afin de ménager autant que possible les muscles périarticulaires. La capsule est largement incisée, la cavité cotyloïde creusée avec la gouge ou la curette, et la tête fémorale réintégrée dans sa cavité normale. En France, Kirmisson, A. Broca, Calot, se sont faits récemment les vulgarisateurs de ces traitements opératoires par la méthode sanglante. Et voici que, tout récemment, Lorenz vient de nous déclarer qu'il abandonnait les opérations et recourait à un simple traitement orthopédique dans un grand nombre de cas. Après avoir obtenu la réduction par des manœuvres d'extension, d'abduction et de rotation en dedans, il fixe le membre à l'aide d'un appareil plâtré dans l'abduction forcée. Dans cette attitude, le sujet marche, et la tête, fixée contre le cotyle, finit, sous la pression que détermine le poids du corps, par se creuser une place.

L'avenir nous dira ce qu'il faut penser de ces diverses méthodes thérapeutiques. En tous cas, il est un point que l'on peut, dès maintenant, affirmer : c'est qu'il est inutile d'opérer toutes les luxations congénitales de la hanche. Il en est, surtout de la variété en haut et en avant, qui se fixent à peu près et sont compatibles avec un fonctionnement passable du membre. Pour elles, il est inutile de recourir à une intervention, qu'on réservera aux luxations oscillantes, surtout fréquentes dans la variété postérieure, qui, du reste, comprend l'immense majorité des luxations.

Dr **Henri Hartmann**,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Chirurgien des Hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Tisserand (F.), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Directeur de l'Observatoire de Paris.* — **Traité de Mécanique céleste**, *tome IV :* **Théories des satellites de Jupiter et de Saturne. Perturbations des petites planètes.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 548 *pages.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

L'illustre astronome que la Science vient de perdre laisse terminé le tome IV et dernier de son traité de Mécanique céleste. Il a consacré dix années d'un travail ininterrompu à l'élaboration d'un ouvrage dont le besoin se faisait sentir et dont la place est désormais marquée dans la bibliothèque de tout astronome.

Pour donner la meilleure idée du contenu des vingt-neuf chapitres de ce tome, qui comprend plus de cinq cents pages, nous ne suivrons pas ici leur ordre, et nous distinguerons de préférence trois divisions : les travaux relatifs aux perturbations des petites planètes, les recherches générales sur la théorie des perturbations et les théories des satellites, enfin les sujets détachés, assez nombreux et très variés, concernant les comètes et leurs figures, l'hypothèse d'un milieu résistant répandu dans l'espace, la communication mystérieuse de l'attraction, etc.

« L'action de Jupiter sur les petites planètes, accrue par la grandeur des excentricités et des inclinaisons de leurs orbes entrelacés, produit dans leurs mouvements des inégalités considérables, qui répandront un nouveau jour sur la théorie des attractions célestes et donneront lieu de la perfectionner encore. » L'événement a vérifié les prévisions de Laplace, et la moitié de l'ouvrage de F. Tisserand est consacrée à rendre compte des travaux provoqués par les petites planètes. Pressés par le besoin et dominés, sans doute, par l'idée que la solution analytique du problème était trop difficile, les astronomes ont longtemps employé, à l'exclusion d'autres procédés, les méthodes purement numériques (*Interpolation et quadrature mécanique*, ch. x et xi). Depuis Cauchy, et surtout depuis Hansen, une réaction s'est produite : au calcul numérique des intégrales doubles, qui représentent les coefficients des inégalités, on a substitué des opérations en partie analytiques, en partie numériques; de sorte que les quadratures mécaniques ne portent plus que sur des intégrales simples.

Le Verrier avait soumis au jugement de l'Académie des Sciences le calcul numérique de la grande inégalité de Pallas, qui dépend du terme en $13\,l' - 7\,l$, où l et l' désignent les longitudes moyennes de Pallas et de Jupiter. Il avait calculé l'inégalité en question par un double système de quadratures mécaniques relatives à l et l'. Cauchy, rapporteur de la Commission académique, imagina en quelques semaines le procédé mixte dont il a été parlé. On donne des valeurs particulières à l'un des arguments l ou l', et l'on développe analytiquement suivant les sinus et les cosinus des multiples de l'autre argument. Vers la même époque, et sans doute indépendamment de Cauchy, Hansen était pareillement conduit à utiliser la décomposition en deux facteurs trigonométriques du carré de la distance des deux corps évalué avec les anomalies excentriques. L'ouvrage : *Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten, von P. A. Hansen*, contient, comme son titre l'indique, le développement éclairci par une application complète d'une méthode aujourd'hui familière aux astronomes. F. Tisserand en a exposé, avec la plus grande clarté, les parties vraiment utiles, en faisant une place d'honneur aux travaux de Cauchy (ch. xvii et ch. xx, xxi, xxii).

Le mémoire de Jacobi (ch. xviii), que F. Tisserand a complété en plusieurs points et qu'il est bon de commenter à l'aide des fragments insérés dans le t. VII des œuvres complètes de l'illustre géomètre, représente un effort trop peu remarqué pour affranchir le calcul des perturbations des quadratures mécaniques.

Tous les travaux dont il vient d'être question répondent aux besoins immédiats de l'Astronomie; ils sont d'une utilité incontestable; mais le philosophe ne peut prendre son parti d'ignorer les caractères généraux des trajectoires que l'ellipse de Kepler ne peut remplacer, en principe, que dans un seul moment. M. Gyldén et ses élèves se sont préoccupés surtout, dans cette vue, de déterminer les *orbites absolues* des petites planètes : ce sont les orbites dans lesquelles on a tenu compte des termes séculaires et des termes à longue période, de sorte que, si elles sont déterminées avec précision, on pourra s'en servir pendant très longtemps pour calculer les positions de la planète, qui ne s'en écarteraient que de petites quantités périodiques (ch. xxiii et xxiv). Ce serait un point d'une grande importance, car le nombre toujours croissant des découvertes d'astéroïdes empêche de consacrer à chacun d'eux une théorie complète.

Un géomètre pourrait peut-être demander une preuve de l'existence de ces orbites absolues, et trouver que l'intégration du système d'équations différentielles dépasse les forces de l'analyse. Les observateurs, d'autre part, sont dans leur rôle en réclamant, avant tout, des éphémérides. Quoi qu'il en soit, les idées qui ont inspiré l'œuvre scientifique de M. Gyldén ont fait leur chemin dans les esprits : ceux-là peuvent en témoigner, qui ont suivi le mouvement de la science dans les vingt dernières années.

Par une transition naturelle, aux recherches de M. Gyldén succèdent (ch. xxv et xxvi) les travaux sur la forme générale des développements des coordonnées dans le problème des trois corps, valables pour un temps indéfini, ou du moins très long, et sur les modifications essentielles que subit la forme générale dans les cas de commensurabilité très approchée. Ces deux chapitres, qui appartiennent en propre à F. Tisserand, sont, sans doute, parmi les meilleurs de l'ouvrage, et il paraît difficile de mieux faire ressortir les circonstances variées auxquelles peut donner naissance un rapport à peu près commensurable des moyens mouvements. Le chapitre xxvii donne enfin des indications étendues sur les travaux de M. Poincaré, dont l'originalité singulière, et, en même temps, la puissance de synthèse se sont si brillamment affirmées. L'analyse que l'auteur a naguère lui-même donnée de son mémoire couronné est reproduite. Le lecteur voudra, sans doute, étudier ce mémoire, et aussi l'ouvrage intitulé : « *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, » en prenant connaissance de la belle théorie des solutions périodiques exposée à la fin du chapitre xxvi. Comparant le problème des trois corps à une forteresse réputée inabordable, M. Poincaré a pu justement dire que les solutions périodiques ouvraient la première brèche, et la seule connue jusqu'ici pour pénétrer dans la place.

Les travaux sur la forme générale des développements n'ont pas qu'un intérêt analytique : cette forme s'impose dans les théories des satellites, comme ont pu s'en convaincre les lecteurs du tome III consacré à l'ensemble des théories du mouvement de la Lune. La

variété des circonstances provenant de commensurabilités approchées ajoute un nouvel attrait à la théorie des satellites de Jupiter, qui constitue le plus intéressant problème de la Mécanique céleste. F. Tisserand retrace les découvertes de Lagrange et de Laplace (ch. I-ch. V), en prenant pour point de départ, comme, du reste, dans tout son Traité, la méthode de la variation des constantes arbitraires. Ainsi en a agi M. Souillart qui a apporté des compléments nécessaires à l'œuvre de Laplace. F. Tisserand ajoute qu'il croit préférable d'employer, dès le début, cette méthode adoptée un peu plus tard par Laplace. Nous croirions plutôt, à en juger par les travaux contemporains de Laplace, insérés dans le tome XI des œuvres complètes, que l'illustre auteur a suivi les mêmes principes qui l'avaient guidé dans ses premières recherches sur les inégalités séculaires des planètes. Quoi qu'il en soit, F. Tisserand réussit à faire découler tous les principaux résultats d'une analyse uniforme, élégante et aussi simple que possible. A l'occasion, quelque remarque judicieuse souligne les points délicats du problème ou les conséquences de l'ordre de petitesse relative des données numériques.

La théorie des satellites de Saturne (ch. VI, VII et VIII), rudimentaire au temps de Laplace, a fait des acquisitions importantes, grâce aux instruments puissants de Washington, Poulkova, Toulouse. Les rapports de commensurabilité jouent encore un rôle caractéristique, et l'effet de l'aplatissement de Saturne se laisse encore mieux sentir. F. Tisserand étudie d'abord le mouvement du pôle de l'orbite du dernier satellite, Japhet, qui s'écarte du plan de l'anneau d'une quantité très sensible. Une valeur de la masse de Titan, le plus gros satellite, résulte de cette étude quand on a égard à la quantité du déplacement du périsaturne.

Les perturbations d'Hypérion (ch. VII) offrent une difficulté de plus, à cause de la proximité de l'orbite du corps troublant, Titan; aussi l'Académie des Sciences a-t-elle proposé la question comme sujet d'un prix à décerner en 1898. Le fait du mouvement rétrograde du périsaturne, inexplicable par les variations séculaires, a été signalé par M. A. Hall, à la suite de la discussion d'une longue série d'observations. M. Newcomb a, le premier, cherché à expliquer cette circonstance curieuse dans laquelle il a vu un nouveau cas de libration. Ensuite, F. Tisserand a montré d'une manière fort simple la cause du mouvement du périsaturne; et M. Hill, calculant la solution périodique susceptible de redonner le déplacement observé du périsaturne, a retrouvé la masse de Titan. MM. H. Struve et Eichelberger ont enfin déterminé, à l'aide des seules observations, soit la libration, soit les variations avec le temps, des éléments de l'orbite d'Hypérion. Presque imperceptible dans les lunettes les plus puissantes, ce satellite a donc fort tourmenté les astronomes.

Les couples des satellites intérieurs de Saturne, Mimas-Téthys et Encelade-Dioné, donnent lieu encore à des questions intéressantes (ch. VIII); F. Tisserand reproduit, non sans y ajouter, la substance des travaux de MM. Newcomb et H. Struve. Pour les satellites de Neptune, de Mars et d'Uranus (ch. IX), F. Tisserand n'avait qu'à réunir ses recherches personnelles. N'est-il pas curieux de voir la théorie indiquer l'aplatissement de Neptune, que l'on ne peut déduire de l'étude directe de la forme du petit disque, mais que les variations du plan de l'orbite du satellite permettent d'obtenir quand on les suppose causées par l'attraction du globe de la planète?

Les théories des satellites ont été un sujet de prédilection pour F. Tisserand. Ils offrent, en effet, dans un intervalle relativement court, tous les grands changements que le temps ne développe qu'avec lenteur dans le système planétaire. Le géomètre, d'autre part, peut se promettre de rencontrer dans une étude analytique qui n'exige pas des calculs démesurés, les circonstances les plus variées jusqu'à la difficulté, grave entre toutes, d'un extrême rapprochement des corps qui s'attirent (système de Titan-Hypérion).

Venons aux sujets détachés. Il y a d'abord les perturbations des comètes lorsqu'elles s'approchent beaucoup des planètes (ch. XII). L'aptitude d'une grosse planète telle que Jupiter pour *capturer*, selon le terme usité, une comète qui, plus tard, pourra être rendue à la liberté, est expliquée d'une manière tout élémentaire. On doit encore à F. Tisserand un *criterium* employé souvent avec avantage, notamment par M. Schulhof, pour reconnaître si deux systèmes d'éléments peuvent appartenir à une même comète; ce qui évite parfois d'entreprendre sans nécessité de longs calculs.

Malgré tout, les comètes soumettent les astronomes à un dur labeur. La comète d'Encke, pour être assujettie depuis 1819 à une théorie rigoureuse, a réclamé des calculs immenses et les efforts réunis d'Encke, de von Asten et de M. Backlund. Encke, le premier, reconnut la diminution progressive de la durée de la révolution de la comète; il attribua cette diminution à la résistance d'un milieu hypothétique répandu dans l'espace et de densité décroissante à mesure qu'on s'éloigne du Soleil. En elle-même, cette hypothèse (chapitre XIII) n'avait rien d'improbable, et elle avait été déjà considérée par les géomètres. Cependant, les anomalies pour l'explication desquelles on l'avait introduite un peu arbitrairement, étaient devenues, grâce à des études plus complètes, de nouvelles preuves de la doctrine de l'attraction. Bref, les recherches de M. Backlund font beaucoup douter maintenant les astronomes de la réalité du milieu résistant d'Encke, et l'on est plutôt porté à attribuer l'anomalie de la comète d'Encke, dont il n'y a pas d'autre exemple, à une cause particulière, telle que la rencontre des matériaux de la comète avec un courant météorique.

Les conséquences d'une transmission non instantanée de l'attraction ont été étudiées depuis longtemps concurremment avec l'hypothèse de la résistance des milieux. F. Tisserand fait connaître dans le chapitre XXVIII toutes les recherches qui se rattachent à cette question de Physique mathématique, jusqu'ici de pure curiosité et sans portée pratique.

Bien téméraire serait celui qui voudrait expliquer jusque dans les détails la répartition de la matière dans le système solaire et la constitution des corps célestes. Cependant, l'application des principes de la Mécanique a conduit à quelques conséquences générales dont la signification sera, sans doute, précisée avec le temps. La conception cosmogonique de Laplace (ch. XIV) n'a pas perdu de sa valeur aux yeux des astronomes; elle a reçu de M. Roche des compléments utiles. Les remarques de M. Schiaparelli sur la désagrégation des comètes, complétées par MM. Charlier et Picart, sont encore des vérités acquises; la nécessité pour les matériaux cométaires de n'être pas trop éparpillés, si la comète doit pouvoir résister à l'action dissolvante du Soleil (ou d'une grosse planète) est indiquée, pourrait-on dire, par les règles les plus élémentaires de la stratégie. Il faut citer aussi les recherches de Bessel sur les trajectoires des particules de la comète hors de la sphère d'action du noyau, et la conséquence déduite par M. Brédikhine de l'étude à la fois graphique et numérique de nombreuses comètes : la distinction de trois types de queues répondant à des matériaux différents (ch. XV et XVI).

Le dernier chapitre : *Confrontation de la loi de Newton avec les observations*, fait pendant à la *Notice sur l'état actuel de la théorie de la Lune*, à la fin du tome III. La loi de Newton représente, en somme, avec une très grande précision les mouvements de translation de tous les corps célestes : à part une inégalité à longue période pour la Lune, dont le coefficient ne dépasse pas 15″, et un écart moitié moindre pour Mercure, tout marche à merveille.

Tel est le résultat final des immenses travaux des astronomes théoriciens : Hansen, Le Verrier et M. Newcomb, pour ne citer que ceux-là. Il fallait coordonner

toutes les recherches, faciliter la lecture des mémoires originaux, en somme, exposer les progrès accomplis depuis Laplace : tâche difficile qui réclamait un savant dont le nom fît autorité : F. Tisserand s'est dévoué.

Les astronomes lui en seront reconnaissants. Ils sauront apprécier les qualités maîtresses de l'éminent savant; ils admireront l'art avec lequel les sujets sont limités, la distinction judicieuse entre les vérités définitivement acquises et les problèmes en suspens, l'élégance, enfin, et la liaison parfaite des méthodes.

O. Callandreau,
de l'Académie des Sciences.

2° Sciences physiques.

Riche (A.), *Directeur des Essais à la Monnaie*, et **Halphen** (G.), *Chimiste en Chef du Ministère du Commerce*. — **Le Pétrole.** Exploitation. Raffinage. Eclairage. Chauffage. Force motrice. — 1 *vol. in*-16 *de* 484 *pages avec* 44 *figures*. (*Prix, cartonné : 5 fr.*) *Encyclopédie de Chimie industrielle. J.-B. Baillère et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

Le pétrole est devenu, depuis quelques années, un produit de première nécessité, et il s'est imposé à la consommation, tant pour les usages domestiques que pour le graissage des machines et le fonctionnement des moteurs. La substitution du pétrole étranger à nos huiles françaises est une révolution, dont notre agriculture a été la victime, mais une de celles qu'il faut accepter, parce qu'elle contribue au bien-être du plus grand nombre.

MM. Riche et Halphen se sont faits les historiographes de cette révolution et ont exposé, dans un excellent traité, l'état actuel de l'industrie du pétrole, résumé nos connaissances sur la composition de ce liquide, et décrit les différentes applications dont il est l'objet.

Ces deux auteurs avaient, pour l'élaboration d'un ouvrage de cette nature, la plus grande compétence.

M. Riche, d'une part, au cours d'une mission que le Gouvernement français avait confiée à M. Roume et à lui, avait pu, en Amérique, recueillir de précieux renseignements sur les gisements, les procédés d'extraction et de distillation. En outre, à la suite de cette mission, et devant les expériences nombreuses, faites en commun avec M. Halphen, sur la constitution et les propriétés des pétroles et dont nous parlerons plus bas, des rapports suivis s'étaient établis entre les auteurs et les principaux raffineurs de pétrole ; ceux-ci se sont empressés de fournir à MM. Riche et Halphen, de précieux documents, dont les lecteurs de ce traité seront les premiers à profiter. Ils suivront avec intérêt les procédés employés en Pensylvanie ou en Russie pour le forage des puits, la récolte et le transport du pétrole brut, son emmagasinement, sa distillation et son épuration. Ils assisteront à la fabrication de la vaseline et de la paraffine, et de tous les sous-produits que l'industrie moderne permet d'extraire du pétrole.

D'autre part, MM. Riche et Halphen ont étudié dans le laboratoire les pétroles de toute origine, en s'adressant à des échantillons authentiques, rapportés par M. Riche ou fournis par les raffineurs. Ils ont déterminé la densité, la température d'ébullition, le point d'inflammabilité des produits de leur fractionnement à la distillation. Ils ont imaginé une méthode, qui rend déjà de grands services à l'industrie, et qui permet de distinguer les pétroles bruts des pétroles raffinés et, parmi les produits de la rectification, ceux qui proviennent d'Amérique de ceux qui proviennent de Russie. Leurs méthodes et les résultats auxquels elles les ont conduits sont exposées clairement dans le volume qui fait l'objet de cette note. On y trouve également la description des appareils qui peuvent rendre compte de la valeur et du degré d'innocuité du pétrole par l'examen de la température à laquelle se produit son inflammation.

Le traité se termine par l'exposé des différentes applications du pétrole, et l'on y trouve la description des principales lampes employées, des différents moteurs dont l'industrie fait usage; la bicyclette à pétrole même n'est pas oubliée ; on serait donc malvenu de dire que ce livre n'est pas moderne.

L. Lindet,
Professeur à l'Institut National agronomique

Scheurer-Kestner (A.). — **Pouvoir calorifique des Combustibles solides, liquides et gazeux.** — 1 *vol. in*-12 *de* 288 *pages avec* 45 *figures*. (*Prix : 5 fr.*) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

Il y a vingt-sept ans que M. Scheurer-Kestner a déterminé pour la première fois la puissance calorifique de la houille et donné ainsi les premiers termes d'un chapitre important de la Physique industrielle : celui du pouvoir calorifique des combustibles; c'est l'état actuel de ce chapitre de la Physique que vient d'exposer M. Scheurer-Kestner. L'ouvrage se divise en deux parties bien distinctes : dans la première, l'auteur expose les systèmes et procédés dont on a fait et dont on fait usage pour chercher à se rendre compte de la chaleur dégagée pendant la combustion; il passe d'abord en revue toutes les formules empiriques proposées pour obtenir la chaleur de combustion d'un combustible en fonction de sa composition élémentaire ou de sa composition en carbone fixe et carbone volatil, puis en second lieu les méthodes usitées successivement dans tous les pays, pour fixer expérimentalement la valeur de cette chaleur de combustion. Il conclut que toutes les formules conduisent à des résultats inexacts à l'aide d'opérations laborieuses, tandis que la méthode de la bombe calorimétrique fournit avec précision et simplicité le pouvoir calorifique absolu d'un combustible solide, liquide ou gazeux. A signaler parmi les appareils en usage pour la combustion des gaz, le calorimètre Hartley aujourd'hui employé dans de nombreuses usines allemandes; sous la forme que lui a donnée M. Hugo Junkers, d'après M. Stohmann, dont la compétence en ces questions est bien connue, le calorimètre Junkers donne de bons résultats industriels. Cette première partie se termine par des tableaux où sont résumées toutes les déterminations de pouvoir calorifique effectuées sur la houille, le lignite, le bois, la tourbe, les pétroles, le coke, les charbons de bois et de tourbe, les combustibles gazeux, gaz d'éclairage, gaz des gazogènes, etc. En un mot, l'auteur a réuni et classé méthodiquement, en y apportant son expérience personnelle, tous les documents concernant la détermination directe du pouvoir calorifique des combustibles; il y manque cependant, à mon avis, les derniers modèles de bombe calorimétrique réalisés à l'étranger (bombe Donkins, en Angleterre, Hempel et Krœker en Allemagne, Altwater en Amérique); ils me paraissent très inférieurs à l'obus Mahler, qui reste le type le plus parfait et le plus recommandable de ces appareils; mais il eût été bon de les signaler pour montrer les inconvénients que présentent certains de ces calorimètres, conçus par des ingénieurs non familiarisés avec la pratique d'une bonne opération calorimétrique.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude d'un problème plus complexe : la répartition du calorique produit par la combustion de la houille sur le foyer d'une chaudière à vapeur; ici l'auteur, qui le premier a appliqué les méthodes vraiment scientifiques à la solution du problème, n'a eu qu'à exposer ses propres recherches. Il insiste beaucoup sur les précautions à prendre dans les études qui nécessitent des essais entrepris simultanément au laboratoire et à l'usine : « Il faut disposer, dit-il, au laboratoire, d'échantillons *sincères* représentant fidèlement la masse destinée aux essais industriels, et lorsqu'il s'agit de combustibles aussi inégaux dans leurs parties minérales que la houille, on

ne saurait prendre trop de précautions pour se mettre à l'abri des erreurs provoquées par un défaut de concordance entre l'échantillon et la masse dont il provient.» Aussi, M. Scheurer-Kestner insiste-t-il beaucoup sur les soins à prendre pour l'échantillonnage de la houille et des produits gazeux de la combustion. Espérons que ces conseils profiteront aux industriels qui usent encore des procédés anciens et imparfaits pour contrôler la marche d'un générateur.

L'auteur ne s'est pas borné à exposer le principe des méthodes suivies, il est entré dans tous les détails expérimentaux et techniques dont la connaissance est nécessaire pour la détermination de chacun des facteurs de l'équation thermique : analyse des houilles et des cendres, étude des produits gazeux de la combustion, du noir de fumée, etc. Pour le contrôle permanent de la composition des gaz du foyer, M. Scheurer-Kestner recommande le dynamomètre compensé de MM. Siegert et Dur, et l'économètre de M. Schumacher ; ces appareils enregistreurs, trop peu répandus en France, fonctionnent régulièrement et donnent à chaque instant la proportion d'acide carbonique contenu dans les gaz du foyer. L'ouvrage se termine par une étude comparative des différents modes de chauffage des générateurs (houille, pétrole, gaz des gazogènes, etc.). Ajoutons qu'une annexe, placée à la fin du volume, donne les tableaux des constantes physiques dont l'usage est le plus fréquent dans les expériences sur le pouvoir calorifique des combustibles, et surtout sur celui de la houille. D'une lecture facile, ce petit livre contribuera certainement à la diffusion des essais qui tendent à diminuer le gaspillage thermique, trop fréquent dans la plupart des usines.

Camille MATIGNON,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences à Lille.

3° Sciences naturelles.

Pettit (Auguste). — **Recherches sur les Capsules surrénales** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *brochure in-8 de 122 pages avec 4 planches. F. Alcan, éditeur, Paris*. 1896.

M. Pettit s'est attaqué avec courage à un sujet particulièrement ingrat, car les capsules surrénales sont des organes bien énigmatiques, et bien incomplètement décrits au point de vue anatomique et histologique. Peut-être, après plusieurs années de travail, l'auteur a-t-il regretté son choix, et trouvé que les résultats ne répondaient pas complètement à ses espérances premières, puisqu'il nous présente modestement son travail comme une « première contribution à l'histoire des capsules surrénales ». Certes, ces recherches gagneront à être continuées et complétées, mais, telles quelles, elles offrent une base sérieuse aux travaux qui suivront : elles établissent les principes autour desquels il n'y a plus qu'à grouper et à ordonner les faits variés que fournira chaque espèce. M. Pettit a cherché avec ténacité, en explorant patiemment toute la série des Vertébrés, quels sont les caractères essentiels de ces organes, quelles sont les espèces dont l'étude pouvait donner des résultats nouveaux : il a trouvé ces espèces chez les Téléostéens, et il nous laisse sous cette impression que les capsules sont bien réellement des glandes, quoi qu'on en ait dit. Il fait mieux, il nous montre le mécanisme de leur sécrétion, ce que personne n'avait pu faire jusqu'ici.

Dans son Introduction, M. Pettit nous donne un historique rapide, mais complet, de la question au point de vue anatomique, histologique et physiologique.

Ses recherches personnelles sont divisées en deux parties : *Anatomie comparée* et *Histologie physiologique*.

La première partie était indispensable. Avant d'aborder le vif du sujet, il fallait, en effet, établir avec soin quels sont chez les différents Vertébrés les organes auxquels on doit réserver le nom de capsules surrénales. Ces organes sont variables de forme et de rapports, quelquefois multiples, diffus même, et les anatomistes sont loin de s'entendre à leur sujet. L'auteur a refait cette enquête grâce au riche matériel que lui fournissait le Muséum, fixé les formes et les rapports, la vascularisation, l'innervation. Chemin faisant, il note avec soin l'importance relative de ces divers facteurs. Il relègue au second plan ce qu'ils ont d'inconstant, d'accidentel, et met en relief les caractères constants. La forme, le nombre, les rapports contractés avec les organes urinaires ou génitaux, et même avec le système nerveux, sur lesquels on avait tant insisté depuis Leydig (Sélaciens), sont pour lui absolument secondaires. Le *voisinage des gros troncs vasculaires* de l'abdomen serait, au contraire, un caractère important et constant. Il en est de même de la riche vascularisation, de la « *véritable pléthore sanguine* » dont les capsules sont le siège. Leur présence chez tous les Vertébrés, leur dérivation de l'épithélium germinal témoignent d'ailleurs de leur haute importance.

La seconde partie du mémoire (Histologie physiologique) est la plus courte, mais la plus féconde. Les Vertébrés supérieurs, déjà étudiés dans leur structure par bien des auteurs, sans fournir de résultats définitifs sont résolument laissés de côté pour cette fois. Parmi tous les Vertébrés, les Téléostéens seuls, et principalement l'Anguille, fournissent un matériel où l'organe se présente à l'étude sous un jour nouveau et particulièrement favorable. On décrit, en général, la partie essentielle des capsules surrénales, la substance corticale, comme formée de cordons ou cylindres épithéliaux pleins. Ici, cette substance existe seule. *Les cylindres surrénaux offrent une cavité centrale* close aux deux extrémités. Cette cavité est tapissée par une assise, généralement unique, de cellules épithéliales cylindriques, dont quelques-unes, perdant peu à peu leur élection pour les colorants, se détachent, s'arrondissent et tombent dans la cavité centrale, qu'elles peuvent remplir plus ou moins complètement. Elles s'y désagrègent en un magma amorphe floconneux (cellules holocrines). Telles paraissent être les différentes phases de cette sécrétion. Entre les cylindres, un réseau vasculaire très riche en recueillerait les produits solubles. Sous l'influence de l'extirpation de l'une des glandes (Anguille), l'autre subit une hypertrophie fonctionnelle compensatrice. Les vaisseaux augmentent de volume, les cylindres s'élargissent, les cellules épithéliales s'y multiplient et s'ordonnent par places sur plusieurs couches. Un magma détritique abondant comble la cavité centrale. Par les injections de pilocarpine, de curare, de toxine diphtérique, on obtient l'exagération de ces phénomènes. *Bref, les capsules surrénales présentent nettement la structure et les réactions caractéristiques de glandes closes, et doivent « prendre place dans la série à côté du corps thyroïde ». Nous surprenons ici sur le vif le mécanisme de leur sécrétion*. Chez les Vertébrés supérieurs les choses pourraient vraisemblablement se ramener au même schéma ; certains auteurs (Rabl, Manasse) ont déjà décrit des cavités centrales dans certains cylindres surrénaux.

E. LAGUESSE,
Professeur à la Faculté de Médecine à Lille.

Bardier (Dr E.), *Interne des hôpitaux, Chef des Travaux physiologiques à la Faculté des Sciences de Toulouse*. — **Recherches expérimentales sur le mécanisme des oxydations dans l'organisme.** — 1 *brochure in-8° de 96 pages, Imprimerie Marquès et Cie, 22, boulevard de Strasbourg. Toulouse*, 1896.

On ne trouvera dans cet ouvrage la mention d'aucun fait nouveau, ni d'aucune expérience inédite. L'auteur a eu la pensée de réunir sous un titre commun les travaux de M. Jaquet relatifs à l'oxydation de l'aldéhyde salicylique par le sang et par les tissus des animaux, ceux de MM. Abelous et Biarnès sur le même sujet et ceux de M. Bertrand relatifs à l'oxydation du latex de l'Arbre à Laque. Il fait voir que la conclusion qui se dégage de ces différents travaux est la confirmation

expérimentale d'une théorie que Claude Bernard énonçait, il y a vingt ans déjà dans les termes suivants : « La respiration des tissus n'est pas une combustion directe ; ce n'est pas une fixation directe d'oxygène sur les matériaux du sang ou de la substance azotée des tissus. Nous devons admettre, au contraire, que *cette combustion fonctionnelle est une oxydation indirecte, accomplie par des agents chimiques spéciaux de la nature des ferments.* »

R. D.

4° Sciences médicales.

Sée (Marcel), *Ancien interne des Hôpitaux.* — **Le Gonocoque.** — *1 vol. in-8° de 360 pages avec 1 planche hors texte.* (*Prix : 10 francs.*) *F. Alcan, éditeur. Paris,* 1896.

Depuis sa découverte par Neisser, le Gonocoque s'est fait une place de plus en plus grande dans la pathologie et par sa spécificité et par les complications dues à sa généralisation ou à sa localisation sur des organes éloignés de son point de semis initial. Aussi la monographie de M. Marcel Sée vient-elle à propos montrer le chemin parcouru depuis une quinzaine d'années et la somme des certitudes acquises.

L'auteur étudie d'abord l'histoire naturelle du Gonocoque. Ce microbe, à l'état frais, dans une goutte de pus blennorrhagique, affecte la forme d'un diplocoque incolore, légèrement mobile. Desséché et coloré, il prend une forme particulière, assez caractéristique, celle d'un grain de café, formé de deux portions hémiovoïdes séparées par une ligne claire. Ses dimensions moyennes sont de 1 μ 25 de long sur 0 μ 7 de large. Il est probablement encapsulé. Il tend à se subdiviser perpendiculairement à la ligne médiane et à former des amas cubiques. Le Gonocoque est souvent libre dans le pus : souvent aussi il prédomine dans l'intérieur même des cellules et exclusivement dans les cellules phagocytes. Ces caractères exposés, M. Sée passe en revue les procédés de coloration du Gonocoque, les méthodes de culture sur sérum sanguin, sur sérum gélose (milieu de choix), sur urine, jaune d'œuf, etc. : ce sont des détails de technique pure.

Le Gonocoque se nourrit des albuminoïdes du sérum et profite des sels et des produits azotés qui y sont contenus. Il se cultive sur les milieux acides, mieux encore sur les milieux alcalins. Sensible aux écarts de température, il se développe avec intensité à la température optima de 36°C. En culture, il meurt assez vite, au bout de quelques jours. La dessiccation le tue très rapidement. Certains microbes nuisent à son développement et réciproquement (bacille pyocyanique). Ses toxines ne sont pas connues.

Il y a longtemps que l'on sait que l'inoculation du pus blennorrhagique détermine la blennorrhagie. Dès qu'on put avoir des cultures vraies de Gonocoque, l'inoculation de ces cultures dans l'urèthre de l'homme donna des résultats positifs. La spécificité du Gonocoque est de ce fait établie en ce qui concerne l'uréthrite blennorrhagique. Inoculé dans le tissu cellulaire sous-cutané, ce microbe ne provoque pas de réaction nette. L'expérimentation sur les animaux est rendue très difficile par la faible action que le Gonocoque a sur eux : aussi les résultats obtenus par ce moyen ne comportent-ils pas de preuves concluantes.

La seconde partie de l'ouvrage de M. Marcel Sée est réservée à l'étude clinique. La blennorrhagie est envisagée simple ou compliquée. Dans ce dernier cas, il y a lieu de considérer les complications causées par le transport du pus sur des organes voisins ou contigus et celles qui sont dues au passage du Gonocoque dans la circulation, à la généralisation du microbe. Avant d'examiner l'action du Gonocoque sur l'urèthre, l'auteur étudie les microbes variés de l'urèthre normal et pathologique. Les travaux de Lustgarten et Mannenberg, de Legrain, de Steinschneider et Galewsky, de Petit et Wassermann ont servi à dresser une liste nombreuse des microbes existant dans l'urèthre en dehors de la blennorrhagie. Le Gonocoque vrai n'y figure pas. Il existe des uréthrites non blennorrhagiques, des blennorrhoïdes, dues à d'autres microbes pathogènes que le Gonocoque et dont quelques-uns sont connus, tels ceux de Bockart et de Janet.

Le Gonocoque envahit l'urèthre par contagion simple, sans que, pour cela, le coït ou un acte vénérien quelconque soit nécessaire. L'usage de linges ou d'objets de toilette souillés suffit : on en a une preuve dans l'uréthrite gonococcique des petits enfants. L'incubation de la blennorrhagie est généralement courte. Du deuxième au cinquième jour le plus souvent, très rarement après le vingtième jour, l'affection se déclare. Le Gonocoque, déposé à la superficie de l'épithélium, colonise, s'étend en surface, puis envahit en profondeur les couches épithéliales les plus superficielles, qu'il finit par dépasser, et s'insinue dans les espaces conjonctifs.

Le pus blennorrhagique au début est constitué par des cellules épithéliales nombreuses, des leucocytes et des gonocoques libres ou intra-cellulaires. Mais au fur et à mesure que l'affection s'accroît, les cellules épithéliales deviennent plus rares, tandis que les leucocytes et les gonocoques augmentent. A la période d'acmé, le pus est uniquement formé de leucocytes et de gonocoques. L'ordre inverse se présente quand la guérison s'établit. Les cellules éosinophiles, sur la valeur desquelles on n'est pas encore fixé, suivent une marche parallèle à celle du gonocoque.

La blennorrhagie peut se propager aux glandes et diverticules uréthraux, aux vésicules séminales, au canal déférent, à l'épididyme. L'épididymite blennorrhagique serait due, selon certains auteurs, à un microbe spécial, l'orchiocoque ; mais la démonstration de ce fait n'est pas donnée. Le Gonocoque est susceptible, à lui seul, de provoquer une cystite : on pensait autrefois qu'il lui fallait au moins l'adjonction d'un autre agent pathogène. Chez la femme, le gonocoque n'atteint d'ordinaire l'urèthre que d'une façon bénigne ou même y reste latent. Il ne persiste pas longtemps dans le vagin et se cantonne dans le col utérin ou même dans la cavité utérine. Par une marche ascendante, il peut déterminer des complications ultérieures : salpingite, ovarite et même péritonite.

M. Marcel Sée traite ensuite des localisations extra-génitales de la blennorrhagie. La conjonctive offre un champ de semis facile : l'ophthalmie des nouveau-nés en est le résultat le plus intéressant. Les autres muqueuses, rectale, buccale, nasale, sont moins souvent atteintes à cause de leur contamination moins aisée. Le chapitre relatif à la généralisation du Gonocoque méritait une attention particulière. Nous regrettons que, dans cette monographie très soignée, l'auteur ait été obligé de l'écourter et de présenter seulement le catalogue des manifestations rénales, nerveuses, séreuses et cardiovasculaires de la blennorrhagie

Après avoir exposé ses conclusions, l'auteur indique les difficultés du diagnostic positif du gonocoque, car nous ne pouvons disposer que des préparations directes et des cultures, l'inoculation n'étant guère praticable sur l'homme. Des documents nombreux (expériences, observations, indications bibliographiques) sont réunis à la fin de l'ouvrage.

En traitant ce sujet, M. Marcel Sée a produit un travail intéressant et consciencieux, d'une utilité manifeste. Son livre est digne d'être remarqué et étudié.

Dr A. Letienne.

Fraser (Thomas R.), *Membre de la Société Royale de Londres, Professeur à l'Université d'Edimbourg.* — **Immunisation against Serpents venom and the treatment of Snake-bite with antivenene.** (*Address delivered tho the Royal Institution of Great-Britain*). — *1 broch. in-8° de 28 pages. W. Clowes and Son, éditeurs. Stamford Street, Londres,* 1896.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Octobre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. E. **Delassus** présente de nouvelles considérations sur les systèmes algébriques et leurs relations avec certains systèmes d'équations. — M. E. **Borel** énonce une nouvelle proposition sur la région de sommabilité d'un développement de Taylor.

2° Sciences physiques. — M. H. **Poincaré** donne l'explication théorique d'un phénomène paradoxal de déviation des rayons cathodiques par l'aimant, observé par M. Birkeland, et montre que tout peut s'expliquer sans faire intervenir aucune hypothèse nouvelle. — MM. **Berthelot** et **Vieille** communiquent leurs recherches sur les conditions dans lesquelles les propriétés explosives de l'acétylène sont susceptibles de se manifester, et signalent les précautions que réclame l'emploi de ce gaz dans la pratique [1]. — MM. **W. Ramsay** et **J.-N. Collie** signalent une erreur commise dans leur dernière communication au sujet du dédoublement de l'hélium. Il ressort que les densités des deux gaz dans lesquels se sépare l'hélium sont respectivement de 2,133 et 1,874. — M. **Balland** donne l'analyse de plusieurs variétés de fèves qu'il a étudiées. Il en déduit que la fève, surtout après décortication, représente une denrée alimentaire des plus azotées. Sa valeur nutritive était, d'ailleurs, bien connue des Anciens.

3° Sciences naturelles. — MM. **Lannelongue** et **Achard** ont étudié les infections produites par les bacilles du groupe *Proteus*. Injectés localement, ces bacilles donnent lieu à des lésions locales, dues aux microbes eux-mêmes; introduits dans le sang, ils ne déterminent que des lésions diffuses, imputables à l'action des produits toxiques. Il est probable que, dans le sang d'un animal vivant, les bacilles, rapidement disséminés et mis en contact avec les phagocytes, disparaissent bientôt. Dans un abcès, au contraire, mélangés à d'autres espèces pathogènes, ils résistent plus facilement. Ces microbes subissent le phénomène de l'agglutination lorsqu'ils sont mis en contact avec le sérum d'animaux immunisés. — M. **Capmann**, après avoir obtenu de la toxine staphylococcique très virulente, l'a injectée progressivement à des chiens, en vue d'obtenir un sérum immunisant. Il décrit les expériences faites avec ce sérum et ses propriétés préventives et curatives. — M. **B. Bouxtéieff** adresse une réclamation de priorité au sujet de la note de MM. Binet et Courtier sur la nervo-psychose et quelques observations relatives à l'action des rayons X sur les microbes et les maladies infectieuses. — M. **Ad. Chatin** a reçu de différentes localités de la Grèce, des truffes qu'il est parvenu à rattacher aux genres *Terfezia Leonis* (avec une variété *minor*) et *Terfezia Gennadii*. — M. **A. Gaudry** résume les explorations récentes de M. Forsyth, major à Madagascar, et montre des fragments du squelette d'un vrai singe (*Nesopythecus Roberti*), rapporté par ce naturaliste. — M. **E. Rivière** résume les recherches qu'il a entreprises dans la grotte de la Mouthe, et donne la description des ossements, objets, dessins, etc., qu'il y a trouvés. Il établit que la grotte a été habitée par l'homme à deux époques distinctes: aux temps néolithiques, puis à l'époque quaternaire, géologiquement parlant; à un moment donné, la grotte a aussi été le repaire de divers animaux sauvages. Les dessins étudiés sont soit de simples gravures au trait sur les parois, soit des gravures passées à l'ocre.

Séance du 12 Octobre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Perrotin** pense que la comète de Jacobini n'est pas parabolique, mais elliptique; il communique les éléments calculés, dans cette hypothèse, d'après les dernières observations. — M. E. **Borel** étend aux fonctions entières la propriété suivante des polynômes : Si G_i et H_i sont des polynômes tels qu'aucune des différences $H_i - H$ ne se réduise à une constante, l'identité :

$$G_1(z)\, e^{H_1(z)} + G_2(z)\, e^{H_2(z)} + \ldots + G_n(z)\, e^{H_n(z)} = 0,$$

n'est possible que si tous les G sont nuls.

2° Sciences physiques. — M. **A. Ponsot** répond à la récente communication de M. Raoult sur la cryoscopie de précision; il croit que, dans les expériences de M. Raoult, la condition de rayonnement nul n'est pas réalisé; en outre, certaines valeurs étant du même ordre de grandeur que les erreurs qu'elles peuvent comporter, les relations dans lesquelles elles entrent ne peuvent être considérées comme établies. — M. **Paul Lemoult** a préparé le cyanamide $CAz.AzH^2$ à l'état pur et non polymérisé, et s'en est servi pour effectuer des recherches thermochimiques. Le cyanamide est un composé endothermique, moins stable en solution qu'à l'état sec. Il se comporte comme un acide, car il donne un dégagement de chaleur avec les bases alcalines.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Bordas** donne la description du système nerveux sus-intestinal (stomagastrique) des Orthoptères de la tribu des *Mecopodinæ*. Chez le *Platyphyllum giganteum*, le système comprend un ganglion frontal, un ganglion œsophagien ou hypo-cérébral, une paire de ganglions latéro-œsophagiens et deux ganglions intestinaux placés à la surface postérieure du jabot.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Octobre 1896.

M. le Président informe l'Académie du décès de M. **Trastour**, correspondant national dans la division de Médecine. — M. le Dr **Ledé** lit un mémoire sur la protection de l'enfance.

Séance du 13 Octobre 1896.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. le Pr **Schiff** (de Genève), correspondant étranger. — M. **Hervieux** répond à quelques questions sur l'introduction de la vaccine en France. Elle fut introduite en mai 1800 par le duc de Larochefoucauld Liancourt; à la suite de ses démarches, un comité médical fut institué pour la pratique des vaccinations et la constatation des résultats. — M. **E. Lancereaux** communique quelques cas d'alcoolisme chez des enfants, auxquels leurs parents avaient donné l'habitude de boire du vin en assez grande quantité depuis l'âge de deux ans. Il montre que ces excès de boissons alcooliques sont néfastes à l'enfant dont ils altèrent les organes, modifient le développement physique et souvent aussi les facultés morales, de façon à en faire un être dégénéré. — M. **Laveran** présente le rapport du concours pour le Prix Barbier, et M. **Kelsch** celui du concours pour le Prix de l'Académie.

[1] Voir, dans ce même numéro (page 847), le résumé des recherches de MM. Berthelot et Vieille.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Communications récentes.

M. Bouty, président, communique une note de M. **Joubin** *sur la dimension des grandeurs électriques et magnétiques*. L'auteur, pour déterminer les dimensions des pouvoirs inducteurs K et K', admet que leurs dimensions sont entières par rapport à L, M, T; cette hypothèse laisse le choix entre douze combinaisons possibles, dont une seule donne à K et K' une signification mécanique :

$$K = M^{-1} LT^{-2} \text{ (coefficient de compressibilité)}$$
$$K' = ML^{-3} \text{ (densité).}$$

On trouve alors que le champ électrostatique est une pression, le champ magnétique une vitesse, la densité du courant une vitesse angulaire, etc. La force électromagnétique, qu'exerce un champ sur un courant, serait la force centrifuge de Coriolis résultant de la vitesse du champ et de la rotation du courant [1]. — M. **Macé de Lépinay** expose ses recherches *sur la détermination du kilogramme*. Le poids de l'étalon prototype devrait être exactement égal à celui du décimètre cube d'eau distillée, privée d'air, à 4°; en réalité, ce dernier poids n'est pas connu avec une très grande exactitude; les valeurs trouvées par les divers expérimentateurs varient entre 999,653 et 1000,840 gr. (le gramme étant le millième du poids de l'étalon des Archives). La discussion des expériences montre que la détermination des dimensions du corps que l'on plonge dans l'eau, pour déterminer la perte de poids qu'il subit, ne peut être effectuée avec une grande précision sur des corps métalliques; le voisinage des autres présente toujours des irrégularités, que des mesures de moyennes n'éliminent pas. M. Macé de Lépinay, pour pouvoir étudier en détail la forme du solide à immerger, a utilisé un cube de quartz de 4 centimètres de côté environ; la planéité des faces a été réalisée avec une grande perfection. Les dimensions absolues ont été déterminées par la méthode des franges de Talbot, à l'aide d'un réseau de Rowland de $3^m,15$ de rayon, dont on utilisait le troisième spectre; on prenait comme repère la longueur d'onde de la raie verte du cadmium, qui a été comparée directement au mètre par M. Michelson. L'indice du quartz a été déterminé, à une demi-unité près du sixième ordre décimal, aux températures de 8°, 17° et 26°. La dilatation du quartz est parfaitement connue. Des mesures de différence d'épaisseur, au nombre de 81 pour chaque couple de faces, ont complété l'étude de la surface du cube et permis de calculer, pour le volume à 0° :

$$V_0 = 61,75259 \text{ centim. cubes;}$$

l'erreur sur l'indice limite la précision relative de ce nombre à $4,7.10^{-6}$. Le poids du cube, déterminé par MM. Benoît et Chappuis au Bureau international des Poids et Mesures, est :

$$P = 163,68257 \text{ grammes} \pm 0,00002.$$

Pour mesurer la densité, on a employé la méthode hydrostatique; l'eau était distillée deux fois, recueillie directement dans un récipient doré et n'était en contact qu'avec des substances inaltérables, quartz ou métaux; la densité a été trouvée égale à :

$$d_0 = 2,650734 \pm 0,000001.$$

Le volume du cube est donc (le *litre* étant le volume de la masse d'eau qui pèse un kilogramme à 4°)

$$\frac{163,68527}{2,650734} \text{ ou}$$

61,74990 millilitres.

On a ainsi

61,74990 millilitres = 61,75259 centim. cubes
1 litre = 1,000044 décim. cube.

et la masse du décimètre cube d'eau distillée devient 999,956 grammes ± 0,006. Les impuretés, solides ou gazeuses, présentes dans l'eau, peuvent occasionner de nouvelles corrections, mais les deux termes seront de signes contraires, et le nombre donné peut être considéré comme exact à quelques milligrammes près. — M. **Guillaume**, reprenant l'historique de la question, esquissé par M. Macé de Lépinay, pense que, de tous les travaux précédents, on ne doit accorder de confiance qu'à ceux que MM. Chaney et Kuppfer ont exécuté pour déterminer la masse spécifique de l'eau respectivement en fonction des unités anglaises et russes. Les résultats de M. Chaney sont compris dans l'énoncé suivant de la loi britannique : « Le gallon est le volume occupé par 10 livres d'eau distillée, pesées à Londres sous la pression de 30 pouces, l'équilibre de la balance étant obtenu par des poids en laiton, l'eau et l'air étant à la température de 62° Farenheit. » Les corrections à exécuter pour passer de cette définition à celle du système C. G. S. sont nombreuses; il y a lieu d'attirer surtout l'attention sur le rapport du yard au mètre. La législation anglaise avait adopté la proportion 1 mètre = 39,37709 pouces; les mesures de M. Benoît ont donné récemment 1 mètre = 39,370113 pouces ou 1 yard = 0,9143902, ce qui entraînerait une correction de $\frac{1}{20000}$ au nombre de M. Chaney. Les déterminations de Kuppfer ont été faites à 13°33 Réaumur; l'unité de longueur est le pouce, l'unité de poids la *dolia* $\left(\frac{1}{96^2} \text{ livre russe}\right)$. L'étalon russe est la sagène, choisie égale à 7 pieds anglais, dans l'espoir que « les deux plus grands empires du monde ayant le même système d'unités, tous les autres pays fussent amenés à l'adopter », espoir qu'a déçu l'expansion générale du système métrique. La fixation de la sagène a été effectuée avec beaucoup de soin par Kuppfer et la correction sur sa longueur semble devoir être la même que sur le yard. Les nombres originaux deviennent, après correction, plus petits que l'unité, comme celui de M. Macé de Lépinay et celui que le Dr Broch avait déduit des expériences de Lefèvre-Gineau. — M. **Macé de Lépinay** indique un dispositif permettant de mettre en évidence les *changements de phase produits par la diffraction par un écran à bord rectiligne indéfini*. La source est un trou très petit; l'écran est placé devant une des demi-lentilles de Billet, du côté des franges et normalement à leur direction ordinaire. La différence de phase introduite par la diffraction varie peu, en oscillant, à l'extérieur de l'ombre géométrique, puis croît indéfiniment à l'intérieur. Les franges sont légèrement sinueuses dans la première région et s'infléchissent fortement dans la seconde, du côté du faisceau diffracté. — M. **Cornu** indique une autre forme d'expérience; on place dans le plan d'observation, parallèlement au bord de l'écran, la double fente d'Arago, et l'on observe les franges obtenues; ces franges restent sensiblement fixes tant que l'appareil est à l'intérieur de la partie éclairée; mais, dès qu'on pénètre dans l'ombre géométrique, elles se déplacent rapidement en sens inverse du mouvement. Cette expérience montre que, conformément aux idées de Fresnel sur les zones efficaces, c'est le bord de l'écran qui devient la source lumineuse véritable pour les points qui sont dans l'ombre géométrique. — M. **Chabaud** ayant remarqué, avec M. **Hurmuzescu**, qu'un tube de Crookes de forme cylindrique fournit, sous une pression notablement plus élevée, de meilleurs résultats qu'un tube en forme de poire, a cherché à exagérer cet effet et a obtenu, avec un tube long de faible diamètre, une action énergique dont le maximum se produit pour une pression de 0,01 milli-

[1] Toutes ces relations résultent de la possibilité d'identifier complètement les équations du champ électromagnétique à celle de l'élasticité. C. R.

mètre. Avec un verre particulier, qui prend une fluorescence violette, il semble que la raréfaction des gaz se fasse très rapidement, la condensation ayant lieu par toute la surface; une légère élévation de température rend au tube son activité; on peut l'obtenir en réglant convenablement le courant et faire fonctionner ainsi le tube pendant un temps très long.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

Jagadis Chunder Bose, *Professeur de Physique au Presidency College, à Calcutta.* — **Détermination de la longueur d'onde des radiations électriques au moyen des réseaux de diffraction.** — L'auteur, qui s'occupe depuis longtemps de la détermination des indices de réfraction de diverses substances pour les radiations électriques, a été conduit à mesurer en même temps les longueurs d'onde de ces radiations. On sait que, pour les oscillations électriques lentes, ce sont les ondes les plus longues qui sont les plus réfrangibles. Au contraire, pour les oscillations rapides, qui donnent naissance à la lumière, ce sont les ondes les plus courtes qui sont les plus réfrangibles. Il existe, par conséquent, une région de vibrations neutres qui ne sont plus dispersées par un milieu transparent. Il est donc intéressant de construire une courbe de réfrangibilité des radiations électriques suivant leur fréquence. La mesure des indices de réfraction a déjà été abordée et résolue par l'auteur [1]. La détermination des longueurs d'onde offrait, d'autre part, de grandes difficultés. Hertz employait, dans ce but, la méthode des interférences, et déterminait, par des résonateurs, la position des nœuds et des ventres des ondulations stationnaires. Ses expériences, répétées par MM. Sarasin et de la Rive avec des résonateurs de différents diamètres, conduisirent à cette hypothèse que l'excitateur émet un spectre continu de radiations de différentes longueurs d'onde, agissant chacune sur un résonateur et qui doivent être différemment déviées par un prisme; la longueur d'onde des vibrations était égale à huit fois le diamètre du résonateur circulaire qu'elles excitaient. Le professeur J. J. Thomson s'éleva contre l'hypothèse d'un spectre continu et admit que des ondes électriques accidentelles avaient troublé les résultats; d'ailleurs, la théorie indique que la longueur d'onde égale seulement 2π fois le diamètre du résonateur. Dans la méthode de Hertz, les résultats semblent donc influencés par diverses causes, et il était désirable de trouver une méthode plus précise. L'auteur y est arrivé en se servant des réseaux courbes de diffraction de Rowland. Soit G le réseau (fig. 1), C son centre de courbure, f la courbe focale et CM le diamètre de cette courbe.

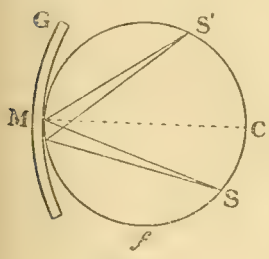


Fig. 1.

On sait qu'une source de radiations S, située sur la courbe f, donnera un spectre de diffraction en un point S' situé sur la même courbe et défini par l'équation :

$$(a + b)(\sin i \pm \sin \theta) = n\lambda,$$

où $(a + b)$ est la somme des largeurs d'un fil et d'un intervalle du réseau, i l'angle d'incidence, et θ l'angle de diffraction. Le signe de θ est pris positivement quand les deux radiations incidente et réfléchie sont d'un même côté de la normale. Dans l'équation ci-dessus, deux cas sont intéressants : lorsque le récepteur est placé en C, $\theta = 0°$ et l'on a :

$$(a + b) \sin i = n\lambda;$$

quand la déviation est minima, $i = \theta$ et l'on a :

$$2(a + b) \sin i = n\lambda.$$

L'appareil utilisé est disposé de la façon suivante (fig. 2). Le réseau G, qui est cylindrique, est placé sur

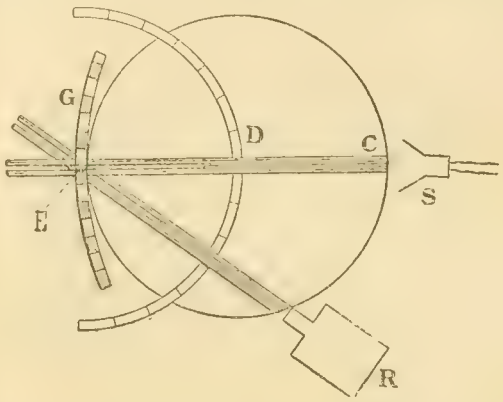


Fig. 2. — *Disposition d'une expérience.* — G, réseau; E, pivot autour duquel tournent le radiateur et le récepteur; D, cercle gradué pour la mesure des angles; C, centre de courbure du réseau; R, radiateur; S, récepteur.

une table de bois, son centre C est occupé par le récepteur S. La courbe focale, sur laquelle doivent se trouver le radiateur R et le récepteur S, est tracée sur la table. Un pivot E est fixé au centre du réseau, et, de ce pivot comme centre, on trace également un cercle gradué D qui servira à la mesure des angles d'incidence et de diffraction. Deux bras, munis d'une glissière et pouvant tourner autour du pivot E, portent le radiateur et le récepteur.

Radiateur. — L'oscillation électrique est produite entre deux petites boules et une sphère interposée de 0,78 cm. de diamètre, en platine fondu (fig. 3). La source d'électricité fut d'abord une petite bobine de Ruhmkorff, mais l'interrupteur fonctionnant mal, l'auteur renonça à l'utiliser. Il prit une longue bande de papier, paraffiné d'un côté, recouvert de feuilles d'étain de l'autre, et l'enroula autour du circuit secondaire de la bobine à la façon d'un condenseur; des connections appropriées furent faites avec le commutateur. Les deux électrodes sont réunies aux petites boules de platine; la distance de ces boules à la grande sphère est réglée par tâtonnement; on s'aperçoit que la décharge est oscillatoire lorsqu'elle produit un bruit doux et non crépitant. Le circuit primaire est actionné par un petit accumulateur. Bobine, accumulateur, commutateurs sont renfermés dans une boîte de fer recouverte de feuilles d'étain pour empêcher les troubles magnétiques de se répandre dans l'espace. La boîte est percée d'une ouverture ronde ou carrée pour le tube du radiateur et d'une petite fente pour le manche du commutateur.

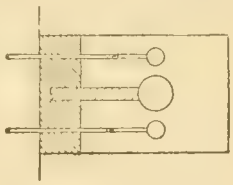


Fig. 3. — *Radiateur.*

Récepteur. — Le récepteur ou résonateur consiste en une série de spirales d'acier reliées à une pile et à un galvanomètre d'Arsonval; le courant traverse successivement toutes ces spirales. Lorsque la radiation électrique tombe sur la surface sensible du récepteur, il se produit une brusque diminution de résistance et le galvanomètre placé dans le circuit décline soudainement. Le récepteur répond à une série de vibrations déterminées, mais il peut servir pour d'autres radia-

[1] *Proceedings of the Royal Society*, vol. 59, p. 160.

tions si l'on modifie la force électromotrice du courant qui le traverse.

Réseau cylindrique. — La radiation sortant par une fente verticale, le réseau est composé de fils métalliques verticaux et parallèles. Une mince feuille d'ébonite est courbée en forme d'une portion de cylindre et maintenue dans cette forme en la fixant contre des guides circulaires en bois. Sur le côté concave de l'ébonite, on fixe, à intervalles égaux, des bandes d'étain (fig 4). L'auteur a utilisé cinq réseaux différents dont

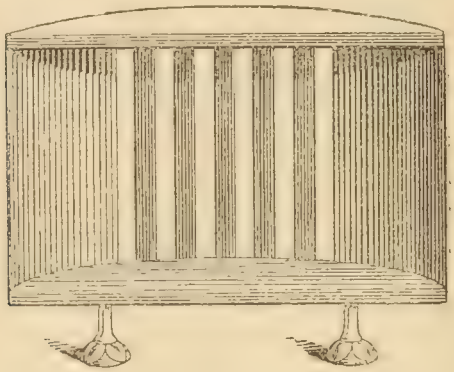


Fig. 4. — *Réseau courbe de diffraction.*

les bandes métalliques et les intervalles avaient respectivement 3 cm., 2,5 cm., 2 cm., 1,5 cm. et 1 cm. de largeur. Le diamètre du réseau cylindrique était de 100 cm. Il eût peut-être été préférable d'avoir une moins forte courbure, mais l'intensité de la radiation électrique est si faible qu'elle n'aurait probablement pas été perceptible à une plus grande distance.

Description des expériences. — Le récepteur est d'abord placé au centre de courbure du réseau ($\theta = 0$).

Tableau I.

i	θ	λ	MOYENNE DE λ
Réseau A. Largeur des bandes = 1 cm.			
38.0	18	1,849	1,843 cm.
35.0	20	1,831	
37.0	19	1,844	
38.75	17	1,837	
Réseau B. Largeur des bandes = 1,5 cm.			
38.0	0	1.847	1,844 cm.
26.0	10	1,846	
28.5	8	1,849	
Réseau C. Largeur des bandes = 2 cm.			
27.5	0	1,846	1,849 cm.
22.0	5	1,847	
20.0	7	1,855	
Réseau D. Largeur des bandes = 2,5 cm.			
21.5	0	1.832	1,845 cm.
29.5	— 7	1,852	
33.0	—10	1,853	
34.0	—11	1,841	
Réseau E. Largeur des bandes = 3 cm.			
18.0	0	1,854	1,848 cm.
23.25	— 5	1,845	
25.5	— 7	1,851	
31.0	—12	1,843	

On met le radiateur en marche et on le déplace jusqu'à ce que le galvanomètre du récepteur réponde; on note alors l'angle d'incidence. Puis on fixe le récepteur dans une autre position sur la courbe focale; on déplace de nouveau le radiateur et on note les angles d'incidence et de diffraction. L'auteur a obtenu ainsi, pour chaque réseau, une série d'angles d'incidence avec leurs angles correspondants de diffraction. Mais ces expériences n'allèrent pas sans de grandes difficultés. Les réflexions dues aux murs de la chambre, à la table, etc., furent d'abord la cause de troubles considérables que l'auteur écarta à grand'peine. Ensuite l'auteur s'aperçut que la boîte de fer doublée d'étain qui renferme le radiateur laisse passer de faibles radiations; une seconde enveloppe extérieure fut interposée et le récepteur fut également pourvu d'une enveloppe métallique. Après avoir écarté presque toutes les causes de trouble, l'auteur a obtenu les résultats qu'indique le tableau I.

La moyenne des différentes valeurs de longueur d'onde indiquées ci-dessus est 1,846 cm. Or, dans ces expériences, la distance entre les deux surfaces internes des petites boules du radiateur entre lesquelles jaillit l'étincelle était de 0,9 cm. On voit que la longueur d'onde est égale au double de cette valeur. L'auteur entreprit d'autres expériences en vue de vérifier si cette relation a toujours lieu. Voici les résultats obtenus avec un réseau dont les bandes avaient 3 cm. de largeur (tableau II) :

Tableau II.

i	θ	λ	MOYENNE
23.0	0	2,34	2,36 cm.
29.0	— 5	2,38	
34.5	—10	2,36	

La moyenne de la longueur d'onde (2,36 cm.) est également le double de la distance des surfaces internes des petites boules, qui était, dans ce cas, de 1,2 cm.

Conclusions. — Les expériences ci-dessus semblent prouver que le spectre diffracté est linéaire et non continu. La méthode employée donne des résultats concordants, et les résultats ne sont pas influencés par la périodicité du récepteur.

2° Sciences naturelles

J. Bretland Farmer, *Professeur de Botanique au Collège Royal des Sciences de Londres, et* **J. D. Williams** : **Sur la fécondation et la segmentation des spores des Fucus.** — Les recherches des auteurs ont porté sur l'*Ascophyllum nodosum*, le *Fucus vesiculosus* et le *Fucus platycarpus*. Ils indiquent, après un rapide historique de la question, où figurent les noms de Thuret, Oltmanns et Behrens, où et comment ont été recueillis les échantillons qu'ils ont étudiés et ils décrivent les méthodes d'observation, de fertilisation, de fixation et de coloration qu'ils ont employées. Leur attention s'est surtout fixée sur les transformations que subissent les noyaux cellulaires. Ils n'ont pu parvenir à observer la première division nucléaire dans l'oogone, mais ils ont réussi à voir les divisions ultérieures dans le *F. vesiculosus* et le *F. platycarpus*, dans lesquels il se forme huit oosphères. Oltmanns affirme que dans l'*Ascophyllum*, dans lequel quatre oosphères se forment d'ordinaire, il existe, à un stade antérieur, 8 noyaux libres, dont 4 avortent ultérieurement et ne deviennent pas des centres de formation cellulaire. Les recherches nouvelles confirment ces résultats, mais en certains cas il existe une cinquième oosphère, plus petite que les autres et qui, une fois sortie de l'oogone, exerce sur les anthérozoïdes une attraction pareille à celles des oosphères de plus grande taille. Lorsqu'un noyau oogonique est sur le point de se diviser, il s'allonge, légèrement

d'abord, puis jusqu'au point de ressembler à une ellipse. Des radiations fines s'étendent alors des deux extrémités dans le cytoplasma environnant. Il est d'abord assez uniformément granuleux; mais lorsque les radiations se multiplient dans les aires polaires, les granulations abandonnent ces régions, s'accumulent en dehors d'elles. Le noyau devient rapidement plus semblable à un fuseau et ses éléments chromatiques se groupent principalement au voisinage de chaque pôle, laissant un espace clair, où est situé le nucléole, à peu près au niveau de l'équateur. Les radiations polaires continuent à s'accroître et le noyau à s'allonger, jusqu'à ce que le tout ait pris la forme d'une haltère dont le noyau représenterait la poignée. Si on prolongeait les rayons, on les verrait se terminer dans le protoplasma spumeux, soit aux angles où l'écume rencontre les parois, soit aux grasses granulations qui entourent les aires claires et sont enchâssées dans l'écume. On n'a pas constaté l'existence d'éléments qui puissent être identifiés avec certitude aux centrosomes, bien que certains corpuscules aient paru pouvoir être ainsi interprétés. Le stade suivant de la mitose est celui où se forme le fuseau interpolaire et où les chromosomes se disposent selon son équateur. Ce fuseau est entièrement intranucléaire comme celui de la *Valonia* et de la *Periza*. La paroi nucléaire se laisse distinguer jusqu'à une période très avancée de la karyokinèse et il est possible qu'il ne se produise point ici de mélange complet du cytoplasme avec le contenu du noyau. Le fuseau est extrêmement clair; les chromosomes étaient trop petits pour que leur développement ait pu être étudié d'une manière satisfaisante, mais dans tous les fuseaux oogoniques leur nombre a pu être évalué à 10, lorsqu'ils étaient disposés sur l'équateur du fuseau. Des restes du nucléole, conservant plus ou moins exactement sa forme originale, sont quelquefois visibles à ce stade et même à un stade postérieur. Il ne se forme pas dans l'oogone de plans de division jusqu'à ce que tous les noyaux se soient formés; les positions qu'ils occuperont définitivement sont alors indiquées par l'accumulation en files ou plutôt en lames des granulations cytoplasmiques dont il a été parlé. Elles semblent être repoussées également de tous les noyaux, ce qui produit une division symétrique de l'oogone entier. Lorsque la complète délimitation des oosphères dans l'oogone a eu lieu, il peut arriver qu'une des oosphères contienne 2 ou même 3 noyaux. Quand les oosphères sont expulsées et demeurent libres dans l'eau, elles augmentent de volume et se chargent de granulations très abondantes dans le cytoplasme. Les chromatophores se distinguent vite des autres éléments de la cellule et le noyau occupe une position centrale. Il est entouré d'une couche épaisse de cytoplasme, qui devient plus évidente encore ultérieurement. Cinq minutes environ après le mélange des cellules sexuelles, les anthérozoïdes avaient déjà pénétré dans un grand nombre d'oosphères. Les auteurs n'ont pu observer l'acte même de la pénétration, mais ils ont vu l'anthérozoïde dans l'oosphère avant sa fusion finale avec le noyau. C'est un corps arrondi, se colorant fortement et dépourvu de rayons. Il traverse le cytoplasme avec une grande rapidité, et s'applique étroitement au noyau; il a alors environ les dimensions du nucléole. Il coiffe bientôt comme un bonnet le noyau et présente alors un aspect moins homogène; il devient granuleux ainsi que le noyau et finit par se fondre avec lui; la fusion est complète, moins de dix minutes après que les anthérozoïdes ont été placés dans l'eau. Une pellicule délicate se forme en même temps autour de l'oosphère et le cytoplasme revêt une structure plus nettement radiaire, les files de granulations partant du noyau comme d'un centre. Après la fertilisation, les cellules restent sans subir de segmentation, pendant un assez long espace de temps, d'ordinaire 24 heures. Durant cet intervalle, la paroi cellulaire s'épaissit rapidement et le protoplasma prend une structure de plus en plus régulière. Son aspect spumeux ou alvéolaire devient très net et les chromatophores viennent se placer aux angles formés par la convergence des parois des alvéoles, ce qui les oblige à subir certaines déformations. D'autres granulations qui se colorent fortement et représentent probablement des réserves nutritives de nature protéique sont abondamment répandues dans le cytoplasma. La première division segmentaire ressemble aux divisions oogoniques déjà décrites et les aires polaires deviennent de même exemptes de granulations. Les filaments achromatiques qui forment les radiations polaires se rattachent nettement au réseau cytoplasmique et, en certains cas, semblent se fondre avec lui. En d'autres cas, ces fibrilles aboutissent à des granulations; parfois elles bifurquent et les branches finissent soit dans des granulations, soit à des angles du réseau. L'inférence qu'on peut tirer de ces faits semble être que les radiations sont le résultat d'une différentiation du protoplasma tel qu'il existe à ce moment et qu'elles ne doivent pas leur origine à une substance spéciale formatrice du fuseau, qui les ferait se développer et croître comme des éléments nouveaux dans la cellule. Quand apparaît le fuseau nucléaire achromatique, il est, comme dans la mitose oogonique, intranucléaire et il est souvent séparé par un espace clair de la paroi nucléaire qui subsiste nettement définie. Les chromosomes, lorsqu'ils se réunissent à l'équateur du fuseau, sont au nombre de vingt, soit en *nombre double* de ceux des noyaux oogoniques. Les auteurs n'ont pu discerner aucun indice qui permette d'affirmer que les chromosomes mâles et femelles forment des groupes distincts. Le long intervalle de temps qui s'écoule chez ces *Fucus* entre la fécondation et la première division nucléaire, tendrait à faire admettre une fusion plus complète des chromosomes des deux cellules. Pendant le stade de diaster les fibres achromatiques de liaison sont d'abord très nettes, mais elles deviennent bientôt moins distinctes et il ne se forme pas entre elles de plaques cellulaires. Les deux noyaux filles passent graduellement à un état de repos; chacun d'eux est d'abord hémisphérique, et présente des projections crénelées sur la surface aplatie qui est dirigée vers le noyau sœur. Ce n'est qu'après que la première division nucléaire est achevée qu'apparaît la première paroi cellulaire. La cellule est parfois sphérique, lorsque cela se produit, et elle se divise alors en deux hémisphères semblables. De nouvelles divisions peuvent avoir lieu, alors que le contour général de l'embryon est encore plus ou moins sphérique. Mais le plus souvent la première paroi cellulaire coupe la sphère en deux moitiés dissemblables, dont l'une se développe en un rhizoïde. Souvent cette projection à l'intérieur d'une partie de la cellule se produit avant que la première division nucléaire n'ait eu lieu et dans tous les cas un des deux noyaux filles passe dans la protubérance. Les divisions suivantes ont été suffisamment décrites par Thuret et d'autres auteurs, mais il faut remarquer que la division des noyaux précède dans tous les cas la formation d'une lamelle cellulaire. Les chromosomes persistent en nombre double pendant les divisions végétatives du thallus, et ce nombre est constant dans les cellules somatiques du *Fucus* adulte. Il s'ensuit que la réduction du nombre des chromosomes (dans la plante femelle) est associée à la différentiation de l'oogone, la cellule mère des produits sexuels. Le *Fucus* offre donc un type d'oogénèse plus voisin de celui de l'oogénèse animale que les plantes supérieures. Au point de vue du nombre de ses chromosomes, la plante de *Fucus* ressemble au sporophyte des plantes supérieures, tandis que leur gamétophyte, avec son nombre réduit de chromosomes, trouve son analogue dans les cellules sexuelles à maturité du *Fucus*.

J.-W. Dawson, F. R. S. : Rapport additionnel sur les arbres contenant des restes animaux qui se sont conservés debout dans la formation car-

bonifère de la Nouvelle-Ecosse. — M. Dawson a trouvé les restes fossiles de divers Batraciens dans les troncs de deux arbres, situés respectivement à 190 et 400 pieds au-dessous des couches où les arbres reptilifères avaient été primitivement trouvés, à Coal-Mine Point; deux souches se trouvaient au même niveau que le premier de ces deux arbres. Ce premier groupe n'a fourni que des échantillons d'espèces déjà connues : *Hylonomus Lyelli* et *H. latidens* (des os isolés de plusieurs individus et un squelette presque complet), *Hylerpeton longidentatum* (trois individus), *H. Dawsoni* (deux individus), *Dendrerpeton Acadianum* (trois individus), *D. Oweni* (un individu), *Fritschia curtidentata* (un individu). Il existait, dans ces mêmes arbres, quelques restes de Myriapodes. Le second arbre contenait des échantillons d'au moins vingt Batraciens et d'autant de Myriapodes et de Limaçons terrestres; ils appartenaient, pour la plupart, à des espèces connues; M. Dawson y a trouvé néanmoins les restes de deux espèces nouvelles, *Hylerpeton intermedium* (les mâchoires seulement et certaines parties du crâne), et *Platysteĝos loricatum*. L'*H. intermedium* vient se placer entre l'*H. longidentatum* et l'*H. Dawsoni*. Le *P. loricatum* peut être rangé entre les *Dendrerpeton* et les *Baphetes*. Ces nouvelles découvertes n'ont pas ajouté beaucoup de noms à notre liste d'espèces; elles montrent que la faune terrestre n'a subi aucun changement notable pendant que se déposaient ces 400 pieds de sédiments.

A. Gamgee, F. R. S., *Pr à Owens College*. — **Sur les relations de la Turacine et de la Turacoporphyrine avec la matière colorante du sang.** — M. Gamgee conclut d'une série d'expériences spectroscopiques qui ont révélé l'existence des mêmes bandes d'absorption dans l'extrême violet des spectres de l'hématoporphyrine et de la turacoporphyrine, à l'identité essentielle de ces deux substances; l'identité du spectre violet et ultra-violet de la turacine et de celui des composés acides de l'hématine semble prouver que la turacine renferme le groupe atomique qui détermine dans le spectre de l'hémoglobine, de ses composés et de ses principaux dérivés, l'apparition des bandes d'absorption caractéristiques dans la région de l'extrême violet et de l'ultra-violet.

Les travaux de M. Gamgee sur la turacine et la turacoporphyrine sont en complet accord avec les recherches, antérieurement publiées, du Pr Church, dont ils sont, d'ailleurs, indépendants.

Les solutions de turacine dans la soude caustique ou l'ammoniaque, assez diluées pour être presque incolores, et où elles ne se montrent qu'à peine lorsqu'on les examine sous une épaisseur de 0m010, la plus intense des deux bandes de la turacine dans le vert, laisse apercevoir une bande d'absorption très intense à la limite du violet, qui empiète de plus en plus sur l'ultra-violet à mesure que la solution est plus concentrée. Avec une solution qui permet de reconnaître les bandes de la turacine, la bande d'absorption s'étend de *h* à M, elle a son maximum d'intensité entre *h* et L. Le bord le moins réfrangible de la bande est nettement limité, le bord le plus réfrangible est plus indistinct. A mesure que la solution est plus diluée, la largeur de la bande diminue. Les composés de l'hématine donnent exactement les mêmes résultats à l'examen spectroscopique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Récentes communications.

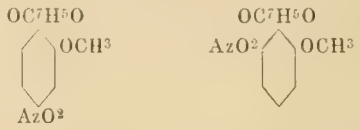
M. **Raphaël Meldola** F. R. S., publie ses récents travaux sur le mononitrogaïacol; le produit qu'il a obtenu en nitrant d'une façon spéciale le gaïacol a la composition suivante :

$$C^6H^3.AzO^2.OCH^3.OH\ (4:2:1).$$

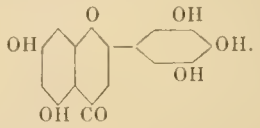
Il a pu obtenir deux benzoylnitrogaïacols

$$C^6H^3.AzO^2.OCH^3OC^7H^5O$$

qui doivent avoir les formules suivantes :



MM. **A. G. Perkin** et **J. J. Hummel** ont retiré de l'écorce de la *Myrica nagi* une matière colorante rouge orange qui accompagne plusieurs matières tannantes et différents composés ressemblant à la quercitine. Les recherches conduisent à croire que ce corps, appelé par les auteurs *myricétine*, est de l'hydroquercitine ayant pour constitution :



— Etudiant les dérivés de la camphoroxime, M. **Martin O. Forster** a trouvé une base à caractère tertiaire $C^{12}H^{19}Az$, dont il prépare différents sels et produits de substitution. — M. **C. Marshall** publie une note sur le pouvoir rotatoire de l'acide aspartique. — MM. **Francis R. Japp**, F. R. S. et **T. S. Murray** continuent la synthèse des corps cycliques à cinq atomes de carbone; ils s'étendent spécialement sur les produits de condensation du benzyle et de l'acide lévulique, tels que les acides α et β anhydrobenzyllévulique et autres corps analogues ayant une constitution telle que :

$$\begin{array}{l} C^6H^5.C(OH)CH^2 \diagdown CO \\ \qquad\qquad | \qquad\qquad\ \ \diagup \\ C^6H^5.C \!=\!=\!= C-CH^2.COOH. \end{array}$$

— MM. **James Walker** et **James R. Appleyard** : Sur l'absorption des acides dilués par la soie. — MM. **Percy Frankland**, F. R. S. et **Frederick Malcolm Wharton** ont entrepris l'étude au point de vue de leur activité optique des différents isomères des sels éthylique et méthylique des acides ortho, méta et paratoluyltartrique. — M. **J. S. Maclaurin** a obtenu des sulfures doubles d'or et de différents métaux, tels que l'argent, le plomb, le cuivre, en faisant agir sur ces alliages fondus de la vapeur de soufre. Les analyses de ces corps prouveraient que le sulfure d'or a bien pour formule Au^2S. Dans une deuxième note, le même auteur étudie la relation existant entre les poids d'or et d'argent dissous par le cyanure de potassium en solution en opérant sur des alliages de ces métaux. — MM. **J. T. Hewitt** et **H. E. Stevenson** décrivent les acides ortho, méta et para chlorobenzèneazosalicylique :

$$C^6H^4ClAz : A.C^6H^3 \begin{cases} COOH & (2) \\ OH & (1) \end{cases}.$$

— MM. **J. T. Hewitt** et **F. G. Pope**, étudiant les produits de condensation du chloral avec le résorcinol, ont obtenu un acide et une lactone : l'acide contient quatre groupes hydroxyles et doit être l'acide tétrahydroxydiphénylacétique ayant pour formule :

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad C^6H^3 < \begin{matrix} OH & (2) \\ OH & (4) \end{matrix} \\ CH \diagdown \\ \quad | \qquad (1)\ C^6H^3 < \begin{matrix} OH & (4) \\ OH & (2) \end{matrix} \\ COOH \end{array}$$

— M. **Masumi Chikashigé** a opéré une nouvelle détermination du poids atomique du tellure sur des échantillons provenant du Japon. Trois expériences

lui ont donné les chiffres suivants : 127,57; 127,61; 127,58, soit 127,6 pour le poids atomique. — MM. **Arthur Lapworth** et **Frederick Stanley Kipping** donnent une nouvelle liste des dérivés des acides camphène-sulfoniques dont ils étudient les propriétés. — MM. **Victor Meyer** et **T. S. Patterson** publient une note sur les iodoso et iodoxybenzaldéhydes. — M. **W. H. Perkin jun.** F. R. S. : Recherches sur l'acide disopropylglutarique et ses différents dérivés. — M. **W. A. Tilden** a fait agir le brome sur le pinène et, au moyen de ces dérivés bromés, a déterminé la formule de ce corps qu'il croit être la suivante :

$$\begin{array}{c} CH^2.C.CHCH^3 \\ \quad | \quad \| \quad | \\ C^3H^7CH.C.CH^2 \end{array}$$

puis il passe en revue, dans une deuxième note, quelques produits dérivés du pinène tétrabromé. — M. **G. S. Newth** décrit un nouvel appareil destiné à effectuer différentes expériences avec l'ozone. — MM. **Alfred C. Chapman** et **Herbert E. Burgess** : Note sur le santalal et ses dérivés. — M. **Herbert Mc Leod**, F. R. S. : Production de chlore en chauffant le chlorate de potasse et le peroxyde de manganèse. — M. **William Jackson Pope** explique, au moyen du polymorphisme, les particularités thermochimiques du chloral et du bromal. — M. **Franck Clowes** a étudié différents mélanges d'air et d'acétylène contenant 1 à 82 °/₀ de ce dernier corps. Avec 3 °/₀ d'acétylène, on a déjà une flamme si on met le feu à ce mélange; avec 22 °/₀ la combustion a lieu avec explosion et dépôt de charbon non limité, dépôt qui augmente avec la quantité d'acétylène. — MM. **J. Z. Heinke** et **W. H. Perkin jun.** F. R. S. ont fait réagir le β iodopropionate d'éthyle en solution alcoolique sur le dérivé sodé de l'isopropylmalonate d'éthyle et ont obtenu l'isopropylpropanetricarboxylate d'éthyle suivant la réaction :

$$\begin{array}{l} C^3H^7CNa \\ \quad \| \\ (COOEt)^2 \end{array} + ICH^2.CH^2.COOEt = \begin{array}{l} C^3H^7.C.CH^2.CH^2.COOEt \\ \qquad\qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\qquad (COOEt)^2 \end{array} + NaI$$

— MM. **W. H. Perkin jun.** F. R. S. et **J. F. Thorpe** publient leurs travaux sur la condensation des dérivés halogénés appartenant aux éthers-sels de la série grasse avec les kétones et les acides kétoniques. Ils décrivent spécialement le β hydroxy, α et β triméthylglutarate d'éthyle et autres corps dérivant des acides triméthylglutarique, hydroxyvalérique, bromisovalérique, iodoisovalérique et triméthylacrylique. — M. **J. Wallace Walker** : Electrolyse des sels des acides monohydratés. Le même auteur étudie l'action de l'aldéhyde formique sur la phénylhydrazine et quelques hydrazones. — MM. **A. G. Perkin** et **George Joung Allen** ont retiré une matière colorante du sumach de Sicile identique à la myricétine étudiée plus haut. — En collaboration avec M. **Oswald Gunnell**, M. **A. G. Perkin** présente une note sur la matière colorante provenant du *Quebracho colorado*. — M. **A. D. Jowett** a retiré de l'*Aconitum heterophyllum* un alcaloïde : l'atisine, dont il étudie les propriétés et les dérivés. — MM. **Wyndham R. Dunstan**, F. R. S. **Thomas Tickle** et **D. H. Jackson**, en chauffant l'aconitine avec l'alcool méthylique en tube scellé à 120-130°, ont obtenu la métylbenzaconine qui se forme d'après l'équation : $C^{33}H^{45}AzO^{12} + CH^3OH = C^{32}H^{45}AzO^{11} + CH^3COOH$. — MM. **H. B. Dixon** et **H. Brereton Baker** ont étudié les rayons de Röntgen au point de vue de leur activité chimique. Dans toutes leurs expériences, ils n'ont obtenu que des résultats négatifs, d'où ils concluent à l'inactivité chimique de ces rayons. — MM. **H. T. Calvert** et **T. Ewan** publient leurs recherches sur l'acide chromosulfurique; il est probable que dans ses solutions, cet acide n'existe pas à l'état libre, mais qu'il est hydrolysé et forme une substance colloïdale.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Récentes communications.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. G. van de Sande Bakhuyzen** : Détermination de l'erreur de projection de l'appareil de Repsold pour la mesure des clichés astro-photographiques. L'auteur s'occupe de l'erreur causée par un changement dans la direction de l'axe autour duquel se meut le microscope, qui, d'abord pointé sur le cliché, est pointé par ce mouvement sur un trait de l'échelle divisée. Outre ce mouvement de rotation, le microscope a un mouvement de translation le long des rails, afin de pouvoir le pointer sur toutes les parties du cliché, et la direction de l'axe de rotation est affectée par ce mouvement à cause des sinuosités de ces rails, les sinuosités dans le sens horizontal faisant naître des erreurs d'azimut, les sinuosités dans le sens vertical menant à des erreurs d'inclinaison dans l'instrument des passages. Le résultat principal de l'auteur, c'est que MM. Repsold ont atteint un haut degré de perfection dans la construction des surfaces planes des rails, etc. — M. W. Kapteyn présente deux thèses, celle de M. **A. A. Nyland** : Over een bijzondere soort van geheele functies (Sur une espèce particulière de fonctions entières), et celle de M. **H. Onnen** : Het maximum van verzekerd bedrag (Le maximum de la somme assurée).

2° Sciences physiques. — M. **H. Kamerlingh Onnes** continue sa communication sur les instruments pour la mesure des températures très basses. Ici il étudie d'abord les précautions que comporte la détermination du coefficient de dilatation du gaz dans son thermomètre à hydrogène à volume constant. Ensuite il passe à la construction de deux couples thermo-électriques argentin-cuivre qui peuvent servir indéfiniment l'un comme élément de mesure et l'autre comme élément de comparaison, les soudures de ce dernier élément étant maintenues invariablement à 0° et à 100°. Pour avoir des couples identiques échangeables entre eux et pour pouvoir plonger au besoin les soudures dans la vapeur d'eau, il est nécessaire de munir les fils des pinces d'un tube protecteur fermé hermétiquement, de sorte qu'ils ne viennent pas en contact avec le bain où l'on plonge la pince, mais qu'ils se trouvent toujours dans une atmosphère parfaitement sèche. Une méthode de construction est donnée où l'on a tenu compte de la conduction de la chaleur par les fils et par le tube protecteur, ainsi que des courants de convection qui pourraient s'établir dans l'air contenu dans ce tube. Avant la construction des couples, les fils sont soumis à un chauffage méthodique pendant lequel on s'assure que les forces thermo-électriques, à cause de défauts d'homogénéité, ne peuvent pas atteindre la grandeur correspondante aux erreurs d'observation. Pendant l'emploi, les fils sont protégés contre toute flexion ou torsion un peu grande. Pour contrôler l'absence de toute force électromotrice lorsqu'on place les soudures dans des bains de la même température, l'essai est non seulement fait, comme d'ordinaire, à la température de 0°, mais encore à 100° et en enfonçant les pinces à différentes longueurs dans le bain. Dans le circuit du galvanomètre à fil de quartz qui mesure le courant thermoélectrique, on fait usage de coupe-circuits et de commutateurs d'une construction spéciale : ce sont des appareils en verre fermés dont les branches sont remplies de mercure à la pompe de Hagen. Le contact entre deux branches est obtenu par la confluence de deux portions de mercure qui se rencontrent quand on fait tourner l'appareil. Les contacts ne peuvent donc introduire aucune force électromotrice, ni s'altérer avec le temps. L'auteur croit qu'on pourrait faire usage de son couple thermo-électrique comme étalon de force électromotrice. En attendant que des mesures absolues mettent cela hors de doute, on réduit les différentes séries d'observations sur des étalons de Clark-Fuess. — Ensuite M. Kamerlingh Onnes fait deux communications : l'une

de la part de M. J. Verschaffelt, l'autre de la part de M. P. Zeeman. Celle de M. J. Verschaffelt a pour titre : *Mesures de hauteurs d'ascension capillaire d'acide carbonique liquide tout près de la température critique.* Dans sa théorie thermodynamique de la capillarité, M. Van der Waals a calculé la valeur de l'énergie superficielle d'un liquide dans le voisinage de la température critique; il a trouvé qu'elle doit pouvoir être représentée par l'expression $\sigma = A\,(1 - m)^{\frac{3}{2}}$, où A est une constante et m la température réduite. De nombreuses expériences ont déjà été soumises au calcul dans le but de voir si cette conclusion théorique se vérifie; or, il résulte de cet examen que si l'on représente l'énergie superficielle par $A\,(1 - m)^{B}$, l'exposant B n'est jamais égal à $\frac{3}{2}$; il est toujours plus petit, — égal en moyenne à 1,23 —, mais il semble s'élever à mesure que m se rapproche davantage de l'unité. L'accord entre la théorie et l'expérience n'était donc pas encore prouvé. Pour trancher la question, il fallait déterminer l'énergie superficielle, aussi près que possible de la température critique. C'est pourquoi l'auteur a mesuré des ascensions capillaires d'acide carbonique jusqu'à 0°,4 de distance de ce point et calculé l'énergie superficielle au moyen des densités déterminées par M. Amagat. Pour des intervalles de température très rapprochés, il a ensuite déterminé le rapport $\frac{\Delta \log \sigma}{\Delta \log (1 - m)}$ qui, d'après M. Van der Waals, doit tendre vers 1,5 lorsque m tend vers 1. Et effectivement, à partir de 2° au-dessous de la température critique, ce rapport s'élève, et la dernière valeur 1,512 est très rapprochée de la limite théorique. — M. P. Zeeman s'est occupé de *mesures relatives à l'influence d'une magnétisation perpendiculaire au plan d'incidence sur la lumière réfléchie par un miroir de fer.* C'est M. C. H. Wind qui, à l'aide de la théorie, a prédit une telle influence et qui a calculé numériquement grandeur et signe de l'action indiquée. L'effet est à peine mesurable. Cependant, avec beaucoup de précautions, M. Zeeman, au moyen du compensateur de Babinet, a pu confirmer la prédiction théorique de M. Wind. Deux séries, tout à fait indépendantes de mesures, ont donné un même résultat. — M. A. P. N. Franchimont fait, de la part de M. P. van Romburgh, de Buitenzorg (île de Java), une communication *sur l'action de l'iode avec le cyanure de potassium et celle de l'iodure de cyanogène avec la potasse caustique.* Dans une solution alcaline de cyanure de potassium, l'iode produit de l'iodure de cyanogène aussi bien que lorsqu'on ajoute du cyanure de potassium à une solution d'iode dans un excès d'une faible lessive potassique. Cependant, dans les deux cas, les produits finaux sont de l'iodure et de l'isocyanate de potassium. La réaction dépend du temps et de la richesse en alcali de la solution. L'iodure de cyanogène réagit donc de la même façon avec la potasse que le chlorure et le bromure.

3° Sciences naturelles. — M. Th. W. Engelmann fait connaître les résultats de ses *recherches sur l'origine du mouvement normal du cœur et les propriétés physiologiques des grandes veines du cœur.* Des recherches récentes ont prouvé que les systoles normales sont excitées par des irritations périodiques et isorhythmiques avec les systoles. Une des épreuves les plus éclatantes est le phénomène de la « pause compensatrice » après une systole extraordinaire d'origine artificielle, découvert par M. Marey. Ce phénomène s'explique complètement en ayant égard à la propriété des fibres musculaires du cœur (MM. Bowditch et Marey) de perdre l'irritabilité après la systole sous l'influence paralysante de l'onde contractante sur la faculté physiologique de conduction de ces fibres musculaires. Si l'on excite l'extrémité inférieure isolée du ventricule du cœur de grenouille par des irritations périodiques de manière que chaque irritation fasse naître une systole, l'intercalation d'une systole extraordinaire est suivie d'une pause compensatrice tout aussi bien que le ventricule à battements normaux. Au contraire, si l'on excite le ventricule par des irritations continues ou extrêmement fréquentes (coups d'induction), la pause compensatrice ne suit pas la systole extraordinaire. Cette « méthode des systoles extraordinaires » nous permet donc de distinguer si le procès d'irritation invisible, qui est la cause d'un mouvement périodique des fibres musculaires, est d'un caractère périodique ou continu. L'auteur s'en est servi pour décider si les irritations normales du cœur ont l'un ou l'autre de ces deux caractères. A cet effet, à l'aide de la méthode de suspension, il a registré sur le pantokymographe les mouvements des *venæ cavæ inferior, superior, dextra* et *sinestra* et des *venæ pulmonales* de la grenouille. Voici les principaux résultats. Chacune des grandes veines se contracte régulièrement et périodiquement, immédiatement après la séparation du sinus de l'atrium. Ces mouvements se continuent dans les veines isolées et même en des portions isolées de ces veines pendant quelques heures jusqu'à quelques jours. Ordinairement ces mouvements s'accélèrent même jusqu'à 120 par minute. La forme de la contraction est celle d'une simple systole, la durée en est plus courte. Chaque contraction est maximale; son intensité n'augmente pas avec celle de l'irritation électrique. Chaque onde contractante supprime momentanément la conductibilité. Le phénomène de la pause compensatrice ne se présente pas. La cause de l'irritation se reproduit continuellement « et non pas périodiquement » à l'ostia venosa, et cette irritation n'est pas isorythmique aux systoles de l'ostia. Les organes où se développent ces irritations automatiques ne sauraient être les cellules ganglionnaires. Plutôt l'auteur croit que la cause des mouvements normaux siège dans les fibres musculaires. Le battement normal du cœur est de caractère myogène, non pas de caractère neurogène. Il faut qu'on s'imagine que la plupart des cellules musculaires produisent sans cesse des irritations automatiques qui, comme les mouvements péristaltiques de l'uretère, rappellent les mouvements de l'épithélium cilié (plaques natatoires des Cténophores, organes de rotation des Rotatoires, branchies des Bivalves, etc.). Il nous est impossible d'entrer ici en plus de détails de cette théorie originale de M. Engelmann. — Ensuite M. Engelmann présente, au nom de M. C. Eykman, une communication *sur l'échange respiratoire de gaz chez les habitants des régions tropicales.* En examinant, au moyen de l'appareil de Zuntz et Geppert, les quantités d'oxygène absorbées et d'acide carbonique éliminées par la respiration, on trouvait que chez l'homme la combustion des matières organiques n'est pas — comme on le croit généralement — moins vive sous les zones torrides que dans les climats tempérés Ce résultat est d'accord avec celui des recherches antérieures du même auteur sur les échanges organiques de nutrition, recherches faites comme ces dernières à Batavia. P. H. Schoute.

ERRATUM

Dans les comptes rendus de la Société Royale de Londres parus dans notre dernier numéro, il s'est glissé quelques coquilles que nous prions les lecteurs de rétablir comme suit :

P. 843, col. 2, lig. 34, au lieu de électromateurs, lire *électromoteurs.* — P. 844, col. 1, lig. 12, au lieu de pas à 15 volts, lire *pas inférieure à 15 volts*; lig. 15, au lieu de électromatrice, lire *électromotrice*; lig. 18 : au lieu de pour que, lire *puisque;* au lieu de soit, lire *est*; lig. 20, au lieu de n'ait, lire *n'a.* — P. 843, col. 2, lig. 44, au lieu de dépense, lire *réponse*; lig. 64, au lieu de disparaîtrait, lire *apparaîtrait.*

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques.

La médaille Humphrey-Davy. — La Société Royale de Londres vient de décerner à notre illustre collaborateur M. Henri Moissan, membre de l'Académie des Sciences de Paris, l'une de ses plus hautes distinctions, la médaille Humphrey-Davy, réservée au savant qui, par ses découvertes, a le plus contribué à l'avancement de la philosophie naturelle.

Nous nous réjouissons de cet événement qui fait honneur au libéralisme de la Société Royale, à notre éminent compatriote et à notre pays.

Le Prix Jean Reynaud. — On sait que le prix Jean Reynaud, — la plus glorieuse récompense dont dispose l'Institut, — et que chacune de ses classes décerne à tour de rôle, est le seul prix qui puisse être attribué à un académicien par ses confrères.

Nous croyons savoir que, dans sa séance d'aujourd'hui 30 novembre, l'Académie des Sciences désignera l'un de ses membres, M. Henri Poincaré, comme lauréat du prix Jean Reynaud. Le choix de l'Académie est particulièrement cher à la *Revue*, dont M. H. Poincaré est l'un des plus fidèles collaborateurs.

Elections à l'Académie des Sciences. — L'Académie a procédé lundi dernier 23 novembre à l'élection d'un membre dans sa Section de Minéralogie en remplacement de l'éminent géologue Daubrée.

M. Michel Lévy, ayant obtenu la majorité des suffrages (44), a été déclaré élu. Est-il besoin de rappeler que M. Michel-Lévy partage, avec M. Fouqué, la gloire d'avoir fondé, en France, cette très haute science qui a nom : la Pétrographie.

Dans la même séance, l'Académie, ayant à présenter deux candidats à la direction et à la sous-direction de l'Observatoire de Paris, a désigné M. Loewy en première ligne et M. Callandreau en seconde.

§ 2. — Nécrologie.

Alphonse Combes. — La science française vient de faire une grande perte dans la personne d'Alphonse Combes, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, ex-président de la Société Chimique.

Toute la presse a donné les circonstances tragiques de cette mort; ce qu'elle n'a point dit, c'est ce qu'étaient l'homme et ses actes.

Descendant d'une famille dont les représentants se sont déjà illustrés dans la magistrature et dans la science, Alphonse Combes, à sa sortie de l'Ecole Polytechnique, entra au laboratoire de Wurtz où il commença ses recherches. A la mort de celui-ci, il poursuivit ses travaux au laboratoire de M. Friedel, son maître, son parent et son ami. Il présenta alors comme thèse de doctorat ses belles recherches sur l'acétylacétone, qui lui valurent le prix de Jecker, la plus haute récompense de l'Académie des Sciences.

L'originalité de ses vues, l'importance des faits expérimentaux venant à leur appui le plaça immédiatement parmi les chimistes les plus distingués de l'époque.

Depuis, sa renommée ne fit que grandir ; non seulement il jouissait de l'estime de ses collègues français, qui l'appelèrent à la présidence de la Société Chimique, mais encore de celle des savants étrangers, qui le connaissaient pour la plupart et étaient en relation constante avec lui; ils faisaient appel à sa science lorsqu'ils avaient à éclaircir quelque difficile et obscur problème du domaine chimique.

Il avait été appelé à remplacer son ami Salet comme maître de conférences et, là encore, sa parole entraînante et sa conviction lui avaient conquis l'affection de ses nombreux élèves.

Ses connaissances littéraires et artistiques lui avaient créé de vives amitiés. Dilettante érudit, il laisse parmi les musiciens actuels les regrets d'un ami dont ils ne dédaignaient ni la critique ni les conseils.

Son désintéressement n'avait d'égal que son extrême bonté. Ses intimes savent combien il aimait à rendre service. Ne demandant jamais rien pour lui-même, que de démarches spontanées ne fit-il pas pour soutenir les causes qu'il sentait justes.

Tous ceux qui l'ont connu resteront profondément frappés de cette mort si brusque l'enlevant dans la force de l'âge; leurs respectueuses sympathies se reporteront sur la compagne de sa vie, sur « *ses chers petits* » sur sa mère, sur son frère et sur son maître si inséparablement unis dans son cœur. **E. Charon,**

Docteur ès sciences.

§ 3. — Physique.

Les Thermophones du Pr Wiborgh. — On sait que la mesure des hautes températures (de 300° à 2.000°), qui se présente si fréquemment dans nombre d'opérations industrielles, ne peut se faire avec nos thermomètres ordinaires, mais nécessite l'emploi d'appareils spéciaux; ceux-ci (pyromètres, thermomètres à gaz, etc.) sont, en général, coûteux, d'un maniement délicat, sujets à donner des indications erronées lorsqu'ils ne sont pas maniés par des personnes compétentes. En vue de remédier à ces inconvénients, M. J. Wiborgh, professeur à l'Académie Royale des Mines de Stockholm, vient de faire connaître un nouveau et curieux procédé de détermination des hautes températures, qui lui a donné de très bons résultats, et qui repose sur l'emploi de petits appareils appelés *Thermophones*. Ces thermophones sont de petits cylindres de porcelaine fermés, renfermant des substances explosives non dangereuses, qui explosent par la chaleur avec un faible bruit, et cela en un temps plus ou moins long suivant le degré de température auquel ils sont exposés. Cette durée déterminée, on calcule la température cherchée au moyen du tableau dont chaque Thermophone est accompagné.

Les Thermophones peuvent être placés dans des bains fondus ou dans les fournaux, chaudières, etc., à l'endroit où l'on veut déterminer la température. Avec un compteur à seconde, on mesure le temps qui s'écoule jusqu'au moment de l'explosion. On peut employer plusieurs Thermophones de suite et prendre la moyenne des déterminations.

L'auteur, après de nombreuses expériences, a constaté que ses appareils donnaient toujours des résultats très exacts. Le faible prix des Thermophones, la possibilité d'en confier le maniement au premier venu, la justesse des résultats qu'ils donnent, semblent promettre à cet appareil de se répandre dans l'industrie [1].

La température des lampes à incandescence. — Notre distingué collaborateur M. P. Janet, Directeur du Laboratoire central d'Electricité, vient de créer une ingénieuse méthode destinée à donner la température du filament d'une lampe à incandescence pour un régime quelconque.

Il construit une première courbe qui donne la variation de la puissance perdue par rayonnement en fonction de la résistance ; une seconde courbe donne la variation de la résistance du filament suivant la température. En combinant ces deux courbes, on en obtient une troisième dont l'aire indique la puissance totale perdue par rayonnement depuis la température maxima du filament jusqu'à la température ordinaire; en divisant par l'équivalent mécanique de la chaleur, on obtient la quantité de chaleur correspondante. Il suffit alors de peser le filament et de trouver sa chaleur spécifique moyenne d'après les formules de M. Violle, pour connaître la température à laquelle il a été porté.

§ 4. — Chimie.

Sur les combinaisons du mercure. — A propos de l'analyse de sa thèse sur ce sujet[2], M. Raoul Varet, docteur ès sciences, préparateur de Chimie à la Faculté des Sciences de Paris, nous écrit qu'il ne s'est pas proposé de concilier les théories de M. Le Châtelier et de M. Ditte, relatives à la dissociation du sulfate mercurique par l'eau. Il a simplement discuté, au point de vue thermochimique, les expériences de ces savants, et montré que ces phénomènes de dissociation sont réglés par la formation d'un sulfate acide de mercure. Il a, nous dit-il, de nouveau appelé l'attention sur l'existence de ce sel dans une récente communication à l'Académie des Sciences[3].

[1] D'après l'*Elecktrochemische Zeitschrift*, 3e année, n° 7.
[2] *Revue générale des Sciences*, 1896, t. VII, page 836.
[3] *Comptes rendus*, t. CXXIII, page 174

§ 5. — Industries chimiques.

Emploi du brome dans le traitement des minerais d'or. — Depuis quelques années déjà, on emploie, pour l'extraction de l'or, d'autres dissolvants que le mercure; le mercure convient très bien pour les minerais riches, d'où il permet d'extraire la majeure partie du métal; mais l'amalgamation est toujours incomplète, et les résidus de ce premier traitement peuvent garder 1/3 de l'or total; il faut ensuite les traiter, ainsi que certains minerais pauvres, par d'autres procédés.

Le chlore, puis le cyanure de potassium, qui est aujourd'hui d'un usage général, ont été successivement employés comme dissolvants de l'or.

La *Gold and Bromine Co* vient, en Amérique, de substituer avec succès le brome au chlore dans l'extraction du précieux métal. Le minerai, après concassage, pulvérisation complète et grillage, s'il y a lieu, est agité dans un tonneau avec une solution de brome; puis le bromure est transformé par le chlore en chlorure d'or, et le brome, ainsi mis en liberté, est séparé du liquide par distillation dans la vapeur d'eau. Il ne reste plus alors qu'à précipiter l'or par le sulfate ferreux.

Le brome, à cause de sa plus grande solubilité dans l'eau, dissout plus rapidement l'or que le chlore et n'a pas besoin, comme lui, d'être employé en grand excès; d'autre part, le brome coûte plus cher que le chlore; mais, grâce à la régénération indéfinie du brome, ce procédé nouveau paraît pouvoir lutter avec avantage contre la chloruration. **Marcel Guichard.**

Désargentation électrolytique des plombs argentifères. — M. Tommasi, l'ingénieur-électricien bien connu, vient d'étudier avec soin la désargentation électrolytique du plomb. Son procédé consiste à électrolyser une solution d'acétate double de plomb et de sodium, qui présente une faible résistance et ne donne pas naissance à du peroxyde de plomb. On prend comme pôles positifs le plomb argentifère à traiter; le pôle négatif est un disque métallique tournant entre les anodes (pôles positifs) et partiellement hors du bain. De temps en temps, un racloir spécial recueille le plomb déposé sur le disque. L'argent se retrouve au fond de l'électrolyseur. Ce dispositif a l'avantage de diminuer la résistance du bain et de supprimer la polarisation par l'hydrogène. Il permettrait, d'après M. Tommasi, de réaliser une économie d'au moins 20 francs par tonne sur les traitements par procédés chimiques.

M. G.

La pulvérisation par la force centrifuge dans l'industrie stéarique. — L'un des procédés les plus employés pour la saponification des corps gras en vue de la fabrication des bougies est la saponification sulfurique. C'est elle qui donne le plus grand rendement en acide stéarique. Malheureusement, l'acide sulfurique à 66° ne se contente pas de dédoubler le corps gras en glycérine et acides gras : il produit, en outre, une destruction partielle de la matière organique avec formation de corps goudronneux qui colorent fortement les acides gras et rendent indispensable une distillation dans la vapeur d'eau. Cette action carbonisante de l'acide sulfurique tient à la difficulté de mélanger rapidement le corps gras fondu et l'acide; celui-ci se trouve, en certains points, en trop grande quantité pour effectuer la saponification, et c'est l'excès qui oxyde une partie du corps gras.

M. Emile Petit, auquel l'industrie stéarique était déjà redevable de plusieurs perfectionnements, a eu l'idée de rendre plus parfait et plus rapide le mélange de l'acide et du corps gras au moyen d'une pulvérisation par la force centrifuge. Il fait arriver sur des plateaux horizontaux, tournant très rapidement autour

d'un axe vertical, les quantités convenables d'acide sulfurique à 66° et de corps gras fondu. Les liquides s'étendent en couches minces sur les plateaux et sont pulvérisés à leur périphérie; la saponification est très rapide et les acides gras produits très peu colorés.

Le procédé de M. E. Petit, qui supprime la distillation des acides gras et augmente le rendement en acide stéarique, paraît donc réaliser un progrès intéressant pour l'industrie des bougies. M. G.

§ 6. — Géographie et Colonisation.

Les gisements aurifères de la Côte d'Ivoire. — Les mines d'or de Madagascar et du Contesté franco-brésilien ont, depuis quelque temps, empêché l'attention publique de se fixer sur les gisements aurifères de territoires où s'étendent aussi les droits de la France : ceux du Soudan et de la Guinée. Cependant ces gisements, et surtout les derniers, grâce à leur proximité de la côte, semblent appelés à un sérieux avenir. Se poursuivant sans interruption du Fouta-Djallon au Borgou, c'est-à-dire à la fois sur l'hinterland des Rivières du Sud et sur celui du Dahomey, ils occupent encore la zone supérieure et moyenne de la Côte d'Ivoire. D'autres puissances que la France ont, du reste, aussi leur part littorale de ce colossal champ d'or : la République de Libéria, les Anglais avec Sierra-Leone et la Côte d'Or, les Allemands avec l'hinterland de leur Togo. Il s'agit, comme on le voit, d'une surface aurifère égale, à peu près, à l'île de Madagascar tout entière, et l'on ne trouve guère qu'en Amérique, dans les gisements continus du Venezuela et des Guyanes, une zone d'or qui puisse lui être comparée [1].

Au cours d'un récent voyage dans diverses régions de la Côte d'Ivoire — Alangoua, Bettié, Samwi — et d'une exploration du pays d'Attié jusqu'alors inconnu, j'ai eu l'occasion d'étudier un certain nombre des gisements aurifères de cette colonie — du moins dans la mesure où le permettent la praticabilité relative des puits indigènes et l'absence presque complète d'affleurements.

Cette dernière circonstance, permanente sur toute l'étendue de cette colonie, rendra toujours longues et assez pénibles les prospections. Toute la contrée, très vallonnée à mesure que l'on s'avance dans l'intérieur, couverte d'une forêt géante, indéfinie, — la forêt de Guinée, qui se poursuit de Libéria au Dahomey — est uniformément revêtue d'un humus argileux, parsemé de gros blocs erratiques de quartz, dont les arêtes, vives encore, accusent très nettement le transport glaciaire. D'érosions, point; seuls, les rapides et les chutes des rivières, par leurs larges émersions de roches aux eaux basses, trahissent la constitution du sous-sol. La masse fondamentale de celui ci paraît être généralement le gneiss du terrain primitif avec passages fréquents aux gneiss granitoïdes et aux granits. Des dykes, parfois considérables, de diorites les recoupent; enfin, de puissantes formations schisteuses, micaschistes, schistes à amphibole ou à chlorite, schistes cristallins, le complètent en en surmontant les roches dures, les derniers gneiss amphiboliques. « Il semble, dit le regretté ingénieur Chaper, que, depuis l'émersion de ces schistes micacés, ce fragment de l'écorce du globe n'ait plus jamais été immergé, et que nous tenions là un témoin de l'un des plus vieux continents de notre planète. »

Quelques îlots tertiaires interrompent cependant ces terrains primitifs si uniformes, et les volcans éteints de Koffikrou, signalés par MM. Monnier et Binger, paraissent marquer, dans le Samwi central, la fin du pliocène.

L'or est extrêmement répandu à travers les terrains primitifs de la Guinée. Des filons de quartz, quelquefois énormes, le contiennent, tantôt invisible, tantôt sous forme d'or « gros » ou d'or natif, généralement associé à de l'argent. Ces quartz sont bleutés, blancs ou rosâtres; certains d'entre eux — la preuve en est fournie par les mines voisines d'Appantoo et de Wassau à la Côte d'Or — pourront faire l'objet d'une exploitation industrielle. « On doit considérer comme certain, dit encore Chaper, qui a bien pressenti l'avenir considérable de ce pays, que des filons aurifères exploitables existent au nord du territoire d'Assinie. Il faut les chercher, les étudier, et cela demande ou beaucoup d'argent ou beaucoup de temps. On y arrivera certainement... »

L'examen très minutieux, par différents géologues allemands et anglais, entre autres Dahse, Gumbel, Burton et Cameron, Skertchley, des gisements aurifères de la Côte d'Or, en un terrain limitrophe et de constitution identique, peut également fournir aux prospecteurs de la Côte d'Ivoire, des points de repère très précieux. C'est ainsi que Gumbel insiste sur ce fait que « les espérances les plus sérieuses pour l'avenir doivent se baser surtout sur l'extraction de l'or des roches cristallines striées » que l'on rencontre, du reste, en grande abondance sur toute la Côte d'Ivoire, schistes cristallins dans l'espèce, extrêmement friables, exploitables avec la plus grande facilité, et d'une teneur moyenne de 15 à 20 grammes d'or à la tonne. La richesse n'en est jamais très haute, mais d'une grande régularité. Dahse, à la suite de considérations trop longues pour être reproduites ici, dit qu' « il faut s'attendre à ce que les plus riches gisements d'or de la Guinée se trouvent dans les profondes couches rocheuses, environ à deux cents pieds au-dessous des plus profondes mines actuellement exploitées dans ce pays ». Ainsi, parallèlement aux quartz et fréquemment accolées à eux, de puissantes assises de schistes cristallins aurifères, d'une teneur plus constante que les mêmes filons de quartz, mais, comme eux, généralement orientées nord-est-sud-ouest avec une légère inclinaison vers le sud, traversent en séries parallèles toute la largeur de la Côte d'Ivoire, et il semble que ce soit précisément de ces schistes qu'on doive attendre la plus rémunératrice exploitation.

Mais les gîtes aurifères rocheux ne sont pas seuls en notre colonie. Des placers en nombre élevé les accompagnent, et, bien que l'exploitation européenne à la Côte d'Or voisine, — à part un essai de lavage des sables de l'Ankobrah, bientôt interrompu par des difficultés matérielles, — ait été presque exclusivement filonienne, il est à prévoir que certaines veines détritiques riches seront bientôt attaquées par des exploitations alluvionnaires perfectionnées, calquées sur celles de Californie. Les alluvions de l'Alangoua, de l'Indénié, de l'Attié, ont donné, aux essais, de 3 à 10 grammes d'or, soit de 10 à 30 francs à la tonne ; que l'on songe à la mine Blomfield, si prospère pourtant, qui lava, en 1874 et 1875, 2.500.000 tonnes de terres, contenant seulement à la tonne 12 centimes de métal précieux!

Pierre d'Espagnat,
Explorateur.

Production de l'ivoire. — Quelques journaux ont récemment publié, au sujet de la production annuelle de l'ivoire d'éléphant en Afrique, des chiffres qu'il convient de rectifier. A la dernière réunion du *Comité de l'Eléphant* (comité qui, rappelons-le, a pour but de prévenir la destruction de l'éléphant d'Afrique et de le domestiquer pour les besoins de la colonisation), M. Béraud a fait remarquer qu'on avait, en ces derniers temps, énormément exagéré, dans les feuilles, les chiffres de l'exportation. Suivant lui, l'Afrique, — déduction faite de l'Abyssinie, — ne produit pas plus de 900 tonnes d'ivoire par an. Nous voilà loin des 11.000 tonnes dont nous parlaient certains voyageurs. Est-il besoin de dire que l'évaluation de M. Béraud emprunte à sa très grande compétence dans le commerce et l'industrie de l'ivoire, une autorité toute particulière.

[1] Bien entendu, tous les points de ce vaste domaine ne sont pas également riches; tous ne sont pas également exploitables.

L'ÉTUDE SCIENTIFIQUE DE LA TUNISIE

Poursuivant la série des études qu'elle a entreprises sur les Possessions françaises et la Colonisation, la *Revue* consacre la majeure partie de la présente livraison et de la suivante à la Tunisie.

Nous avons eu, au printemps dernier, la bonne fortune d'explorer la plus grande partie de la Régence. Notre Résident Général à Tunis, M. René Millet, nous avait fait l'honneur de nous convier à cette « Tournée » en compagnie de Savants, d'Ingénieurs, d'Agronomes et d'Économistes, attirés par le même désir de connaître le pays et d'apprécier les ressources qu'il peut offrir à la colonisation. Grâce à nos éminents compagnons de route, nous avons pu étudier ce vaste territoire sous ses divers aspects et nous rendre compte de l'œuvre que le Protectorat français a mission d'y accomplir.

La *Revue* croit s'associer à cette œuvre en exposant, dans les pages qui vont suivre, ce que nous apprend sur la Tunisie l'étude, scientifiquement conduite, de son sol, de son climat et de ses habitants.

La méthode des sciences naturelles sera, dans cette entreprise, notre meilleur guide. Lorsqu'il s'agit d'un pays, aujourd'hui pauvre, mais qui a été l'un des plus fertiles, des plus riches et des plus civilisés du monde ancien, elle nous prescrit de nous enquérir de tous les facteurs physiques, historiques, économiques et sociaux de son évolution. La connaissance du passé, indispensable à l'intelligence du présent, nous aidera à préparer un meilleur avenir. L'Ethnographie nous révélera, en même temps que les origines de la population, les mœurs des races variées qui la composent, leurs aptitudes diverses, partant la façon dont nous pouvons prendre contact avec elles et les faire servir à nos desseins. La Géographie, la Géologie, la Biologie nous diront les conditions matérielles que l'état du climat et du sol imposent à l'Hygiène, aux Travaux publics, à l'Exploitation minérale, aux diverses sortes de Cultures et à l'Élevage. L'avenir de la Tunisie étant surtout agricole, c'est à l'Agronomie que nous réserverons la plus grande place. Nous la considérerons principalement au point de vue des intérêts de nos colons.

Mais le développement économique du pays dépend aussi d'autres facteurs, résultant eux-mêmes de la Nature et des hommes, et qui sont d'ordre industriel, commercial, juridique et administratif.

Si éloignées de la science que ces spéculations puissent paraître, nos collaborateurs montreront qu'elles en dépendent étroitement. C'est là une vérité que le public, dans son ensemble, ne saisit pas encore. On ne comprend pas assez, — du moins en France, — l'enchaînement nécessaire des phénomènes naturels et des phénomènes sociaux, la part d'influence que les premiers exercent sur les seconds, l'opportunité d'en tenir compte pour apprécier le régime qui convient particulièrement à chaque groupe ethnique. Ce préjugé, cependant, nous a coûté cher, que, pour asseoir notre influence sur un pays, le pacifier et le coloniser, il suffit de le soumettre à la domination armée et de le faire gouverner par un soldat. A toutes nos colonies, sans nous inquiéter de la diversité de leurs besoins, nous avons voulu imposer le même traitement. En Algérie, où la flore naturelle et les conditions de la végétation sont si différentes de celles que nous connaissons dans la Métropole, nous avons, avec une ignorance toute jacobine, introduit et appliqué notre code forestier [1]. Certains, parmi nos gouvernants, ont cru, de bonne foi, nous concilier les indigènes en les dotant des lois sous lesquelles il nous plaît de vivre en France.

Réagissant contre ces théories simplistes, qui n'ont engendré que des désastres, la *Revue* entend demander à l'étude scientifique de nos colonies, des lumières pour les gouverner. Ce n'est pas la fantaisie d'un législateur de hasard, mais bien le milieu physique et le tempérament des races qui ont, en chacune de nos possessions, déterminé le régime du Travail et de la Propriété, les conditions de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce. Aussi chercherons-nous dans l'étude précise des faits positifs, dans l'histoire naturelle des sociétés l'inspiration de notre politique.

C'est dans cet esprit qu'a été conçu le programme des articles sur la Tunisie publiés ci-après, et de ceux qui, dans la prochaine livraison de la *Revue*, termineront cette monographie *complète* de la Régence [2].

Louis Olivier.

---

[1] Voyez à ce sujet l'admirable *Rapport* de Jules Ferry sur *le Gouvernement de l'Algérie*, chez Colin et Cie, 1892.

[2] Les photogravures qui illustrent ces articles ont été faites d'après des photographies dues à plusieurs de nos compagnons de voyage et à quelques photographes de profession. A ce sujet, la *Revue* doit des remerciments particuliers à : M. le Dr Bertholon, médecin à Tunis; à M. Boucher, ministre du Commerce et de l'Industrie; à M. le Dr Carton, médecin militaire en garnison à Lille; à MM. P. Gauckler, Sadoux et Pradère de Tunis; à M. le Dr Meunier de Paris; à M. Paul Potin, agriculteur à Potinville; à M. le lieutenant-colonel Rébillet, en résidence à Tunis; à M. Valenza, de Tunis; à M. G. Wolfrom, consul de France à Tunis. Ces amateurs ont bien voulu nous communiquer les épreuves recueillies au cours de leurs pérégrinations. D'autre part, nous avons obtenu de MM. Albert, Garrigues, Neurdein frères, et Soler de Tunis, de M. Journo, d'Alger, l'autorisation de publier un grand nombre de vues extraites de leurs riches collections. Nous sommes heureux de les en remercier ici. L. O.

LA NATURE TUNISIENNE

INTRODUCTION GÉOGRAPHIQUE A L'ÉTUDE DE LA TUNISIE

Introduire le lecteur à l'étude de notre Tunisie par la méthode géographique consiste à déterminer les conditions naturelles qui influent, en ce pays, sur la répartition des richesses et des hommes, non à décrire, pour le seul plaisir de décrire, les aspects, les paysages, sans souci de démontrer. Nous ne donnerons à cette préface que le développement indispensable, interprétant sans nomenclature le nombre si grand des faits connus, et essayant d'en dégager quelques idées ou quelques principes de méthode.

I. — Sol.

La Tunisie est un fragment des terres généralement montagneuses que l'on désigne sous les noms de Maghreb ou d'Afrique Mineure, et que le désert sépare avec rigueur du reste du continent africain, tandis que la Méditerranée lui assure des relations faciles avec les pays du sud de l'Europe et les régions maritimes du Levant. Cette observation est spécialement vraie pour la zone tunisienne qui présente une partie de son littoral au bassin occidental de la Méditerranée, en face de la France, de l'Espagne, de l'Italie, l'autre au bassin oriental, en face de l'Égypte, de la Syrie, de l'Asie-Mineure et de la péninsule des Balkans.

On évalue à 116.000 kilomètres carrés la superficie des terres de Protectorat français. A vrai dire, ce chiffre, comme celui qui traduit l'étendue de notre Algérie, n'est qu'approximatif ; sur les confins algériens et tripolitains du Sahara les tracés de frontière ont moins d'importance que les conditions de parcours et de séjour des tribus, et ces conditions sont sujettes à de fréquents changements. Si l'on a pu fixer par des lignes conventionnelles la délimitation du Sahara tunisien à côté des étendues similaires et d'aussi médiocre valeur de Tripolitaine et d'Algérie, le grand désert s'ouvre librement vers le sud et le sud-ouest aux caravanes tunisiennes ; et vers le sud-est l'opposition que rencontrent nos protégés, au passage des oasis de Rhat et de Rhadamès, ne se traduit pas par la défense de franchir une ligne ou de parcourir une surface rigoureusement déterminées. La frontière entre l'Algérie et la Tunisie n'est ni conforme à des conditions physiques bien nettes, ni fort utile en raison de la communauté d'intérêts de deux pays vivant sous le patronage de la France ; elle coupe des arêtes montagneuses comme les monts de la Medjerdah, de l'Oued-Mellègue et de Tébessa, au lieu de les suivre ; elle franchit les fleuves les plus importants en des points où nul contraste ne sépare le cours tunisien du cours algérien. Les paysages des confins de la province de Constantine rappellent beaucoup plus la Tunisie occidentale que l'Algérie de l'ouest et même du centre.

Fig. 1. — *Relations géographiques de la Tunisie avec l'Europe, l'Algérie et la Tripolitaine.*

Le chiffre même de la superficie ne doit être considéré, dans des comparaisons avec les chiffres analogues des pays voisins, que sous réserve d'une critique des éléments qui le composent. En ce total,

la *proportion* des terres vraiment fertiles, — plaines littorales, Sahel, grandes vallées, hautes plaines accessibles à la culture, — est beaucoup plus considérable que pour l'Algérie.

Il serait vain de tracer une carte de la composition du sol tunisien, avec l'espoir de donner, par ce seul procédé, une idée juste des conditions de richesse agricole, de circulation des sources, de régime des fleuves. Cette méthode, souvent employée, est déjà vicieuse quand on l'applique à un pays comme la France où les conditions climatériques, sauf en nos provinces du sud-est, ne sont point violemment contrastantes à courtes distances. Lorsqu'on est, à plus forte raison, en présence d'une région comme la Tunisie, où se succèdent brusquement des états climatériques très divers du nord au sud et aussi de chaque lisière littorale vers l'intérieur, la nature chimique du sol ne détermine seule ni le régime des eaux, ni la répartition des cultures; et elle ne peut être étudiée qu'en son rapport avec le climat, agent essentiel ici, comme en presque tous les pays du monde.

Si les calcaires jurassiques du Zaghouan et du Djouggar sont les réservoirs d'admirables sources, ils ne le doivent ni uniquement ni surtout à leur contexture, mais à cette circonstance que les deux montagnes, éperons avancés des monts de Zeugitane, se présentent favorablement pour recevoir les pluies par vents marins du Nord, du Nord-Est et de l'Est; arrosés de pluies constantes, ils ont des sources de grande régularité. Les sources du crétacé supérieur sont belles et vives dans les monts de Khroumirie, auxquels leur altitude importante et leur bonne exposition aux vents marins assure des pluies souvent renouvelées et abondantes; dans ce même terrain, le pays du Kef, abrité des vents pluvieux et masqué par nombre de montagnes, a des sources beaucoup plus précaires. Ce même terrain, déjà médiocre en Tunisie centrale, où il porte de pauvres forêts de pins d'Alep, et une végétation buissonneuse, n'a plus, au sud, qu'un maigre revêtement d'alfa. C'est toujours le climat qui intervient en maître et rend divers d'aspect des terrains de même composition chimique, comme ailleurs il impose une même végétation à des terrains très différents. Aussi instructif est le contraste des sols de tertiaire éocène que l'on rencontre également au Nord et au Sud de la Tunisie : Ainsi, dans son savant commentaire de la carte géologique de Tunisie, M. l'Ingénieur des Mines F. Aubert, observe que : « dans le Nord, les différents étages de l'éocène inférieur sont également très fertiles », tandis que : « dans le Sud, les différents termes de l'éocène sont peu fertiles, soit par suite de leur nature, soit par suite de la sécheresse du climat. » Il n'est pas douteux que le climat est là l'élément essentiel de variation. Le même observateur remarque le passage d'une extrême fertilité à une infécondité presque absolue, suivant que l'on observe au Nord ou au Sud les terrains quaternaires de la Tunisie. C'est sans perdre des yeux la carte climatérique qu'on devrait toujours consulter les cartes indiquant la composition chimique des terrains.

Le relief Tunisien contribue à distinguer ce beau pays du reste du Maghreb, à lui assigner des conditions spéciales de vie des populations, de mœurs, de relations avec le dehors. Il lui assure un climat qui, par le mode des transitions, diffère de celui de la majeure partie de l'Algérie. Le trait caractéristique du relief de la Tunisie est la réduction à une zone de faible largeur des plateaux si développés, au contraire, dans le sud des départements d'Oran et d'Alger. En même temps qu'ils se développent sur une superficie plus restreinte, ces hauts plateaux sont moins rigoureusement enfermés entre des barrières montagneuses; et les murailles des hauteurs qui les enserrent sont à la fois moins élevées et plus ébréchées. Les plateaux eux-mêmes sont rompus en fragments, que séparent, ici des défilés étroits, là de larges plaines, comme celles de Ghorfa et de Zouarin. Enfin, il convient de noter que monts et plateaux décroissent à la fois en altitude et en largeur à mesure que l'on s'éloigne de la frontière algérienne pour gagner les deux promontoires Bon et Blanc, bornes orientales du système de l'Atlas. A vrai dire, quelques-uns de ces caractères s'accusaient déjà dans la province de Constantine; mais en Tunisie la rupture et la fragmentation du relief, si régulièrement ordonné dans l'Algérie occidentale, sont autrement marquées.

Toutefois, la continuité des assises montagneuses reste bien évidente; et le lien subsiste entre ces hauteurs, que coupe une frontière artificielle. La masse des monts des Khroumirs et des Mogods tient étroitement aux monts de la Medjerdah; un sommet de l'Ouest y dépasse de peu 1.000 mètres; le point culminant du pays Mogod n'a plus que la moitié de cette altitude.

Comme la vallée du Chéliff, au Sud du Dahra, celle de la Medjerdah, plus développée en largeur, coupe cette sorte de grand îlot montagneux du nord des hauts plateaux du Centre, sauf au point où les monts de Téboursouk, resserrant le cours du fleuve, séparent le bassin de Dakla, de la grande plaine de la basse Medjerdah.

Au sud du fleuve maître de la Tunisie s'épanouissent des monts et des plateaux qui, par l'orientation des plis les mieux prolongés, continuent la série algérienne de l'Atlas saharien, qui, par leurs cirques diversement intercalés dans la masse, par leurs brèches, offrent, à beaucoup d'égards, un spectacle nouveau. Monts de l'Oued Melègue et de

E.Michiels

Fig. 2. — *Carte physique de la Tunisie.*

Téboursouk au Nord, monts de Tébessa et de Zeugitane au Sud, enferment un noyau de steppes, hautes de 500 mètres environ, et dressent leurs croupes jusqu'à 1.400 et 1.500 mètres. Au sud des monts de Tébessa et de Zeugitane, nouvelle inclusion de hautes plaines, comme celles de Foussana, bornées par les chaînes de Chambi et de Sémama (1500 et 1400 m.). Tout cet ensemble, que l'on appelle parfois, à tort, chaîne centrale, — car ce n'est une chaîne ni par la continuité du relief, ni par la régularité des orientations, — se brise au point où se rapprochent les vallées de l'Oued-Miliane et de l'Oued-Bagra. Le beau Djebel-Zaghouan (1.340m) termine l'arête maîtresse des monts de Zeugitane ; au delà de l'Oued-Bagra, ce ne sont plus que des îlots montagneux surgissant brusquement de la plaine (fig. 3.) Le cap Bon ou Ras-Addar en est la dernière avancée sur le canal de Sicile

Jusqu'au Chott el Djérid que borde la chaîne du Cherb, se succèdent hautes plaines, chaînes et cirques, s'étageant entre 500 et 1.200 mètres ; mais au sud des monts de Tébessa et de Zeugitane, une large zone de sebkhas s'interpose entre le haut pays et la lisière littorale du Sahel.

Dans l'extrême sud, le plateau des Matmata et les monts des Troglodytes (fig. 4 et 5) sont également isolés entre la plaine maritime et la plaine désertique.

Le relief tunisien est donc plus coupé de brèches, plus varié en ses orientations et en ses formes que le relief algérien ; il est beaucoup plus complexe. Aussi le jeu des agents atmosphériques, des vents, des pluies diffère-t-il notablement de ce que l'on a observé dans la colonie voisine. A cette cause toute-puissante du relief s'ajoute un autre élément de variation. Non seulement les monts tunisiens sont autrement ordonnés et étagés que ceux d'Algérie, mais leurs pentes s'offrent à un plus grand nombre de vents de mer. Les monts s'ouvrent mieux aux nuées en raison de leur structure moins massive ; les croupes les plus hautes masquent rarement le relief inférieur ; et de l'est comme du nord les pluies bienfaisantes peuvent remonter ces gradins et pénétrer ces enceintes.

On peut dire que ce sont là les avantages physiques auxquels la Tunisie doit d'être une région privilégiée de la zone du climat méditerranéen. La Tunisie est une Algérie plus petite, mais plus maritime et moins montagneuse.

Fig. 3. — *Montagnes de Hammam-Lif.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rongeron, Vignerot et Cie.

II. — Pluies et Cours d'eau.

Ces conditions spéciales d'altitude et d'exposition lui valent, sur une notable partie de son territoire, des pluies plus abondantes, plus régulières, moins strictement bornées à une seule saison. Toutefois, ce bienfait est surtout assuré à la région septentrionale ; les hauts pays du Centre l'éprouvent moins régulièrement ; et si, dans le Sud, l'aridité n'est point comparable à celle du Sahara d'Algérie, comme l'a bien observé Duveyrier, la progression d'appauvrissement en eau se marque nettement du

Sahel à la région des oasis, comme des pays montagneux du Nord aux plateaux et plaines fermées du Centre. Le vent d'est-sud-est n'est déjà plus qu'un vent de terre peu modifié par la traversée du golfe de Gabès, pour la Tunisie centrale tout au moins. Enfin, si c'est un avantage que le peu d'épaisseur et de régularité des plateaux du Centre, avantage qui vaut au pays des pluies apportées par des vents d'est et de nord-est, en revanche c'est une absence de protection des pays du Nord contre le terrible vent continental ou « sirocco ». Aux chances heureuses de pluies d'est, s'opposent les risques d'assèchement par les souffles désertiques du sud. A cet égard, le Tell algérien, en sa majeure partie, est mieux protégé que la plaine basse de la Medjerdah et que le Sahel tunisien.

Fig. 4. — *Toujane.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Au reste, il ne faut pas oublier que, d'une part, la variété prodigieuse des expositions, en ce pays de montagnes très découpées et diversement orientées, produit des contrastes à courtes distances; que, d'autre part, les courants atmosphériques ne se succèdent pas avec une parfaite régularité, de saison en saison, ni d'année en année. En 1895, les hauts pays du Centre furent abondamment arrosés et eurent de belles récoltes : en 1896, l'extrême indigence des pluies de la fin de l'hiver et du printemps réduisit en steppes de vastes surfaces où l'on avait semé des céréales.

Le pays des pluies à la fois régulières et abondantes est le massif septentrional qui termine en Tunisie les monts de la Medjerdah. Aïn-Draham, à 800 mètres d'altitude, compte 130 jours de pluie, nombre qu'on atteint rarement dans la plupart des régions de climat méditerranéen ; la quantité de pluie qu'on y recueille (1 mètre 95) rappelle la con-

Fig. 5. — *Djebel Nessaoua.*
Photographie de M. le lieutenant-colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

dition des hautes terres de notre Massif Central. Pendant la moitié de l'année, d'octobre à avril, on observe un jour de pluie sur deux, mais ni septembre ni mai n'en sont dépourvus ; et juillet même reçoit, le plus souvent, deux ou trois averses. La neige couvre, plusieurs mois, les hauteurs du pays khroumir. Enfin, les forêts contribuent à capter et à retenir plus régulièrement l'humidité atmosphérique. Ce massif du nord est un pays de ruissellement actif et aussi de sources constantes.

Sur les monts et plateaux du Centre, les pluies venues soit du nord, soit de l'est, n'arrivent qu'après avoir touché des régions élevées. Aussi le nombre de jours pluvieux est-il moindre, moindre aussi la quantité d'eau reçue. Le Kef n'a que 83 jours pluvieux par année moyenne, et n'est arrosé que de 61 centimètres : le bienfait de la pluie est, le plus souvent, réparti entre toutes les saisons, avec une recrudescence marquée au printemps. Mais combien est différente la condition des plaines encadrées dans ce relief du Centre, comme celles de Zouarin et de Ghorfa ! Là, suivant le caprice de variations minimes dans la direction des vents, le pays asséché garde le morne aspect de steppes, ou regorge de richesses agricoles. Rarement l'eau lui est accordée avec la même abondance qu'aux monts et plateaux plus élevés qui en forment la circonvallation : mais il convient surtout d'observer combien cet élément essentiel du climat peut varier d'une année à l'autre. C'est une condition instable et précaire que devront corriger les travaux de l'homme. Le Sahel n'a plus que 45 à 60 jours du pluie, fournissant une quantité de 40 à 45 centimètres : Sousse est dans la condition la plus favorable ; Sfax, moins bien pourvue, est déjà plus semblable aux pays d'oasis. Dans cette zone de transition, qui n'est plus Sahel et n'est pas encore oasis, la variation peut atteindre, d'une année à l'autre, la valeur du simple au double ; la campagne de Sfax a parfois été aussi favorisée que les environs de Sousse (55 centimètres en 1890), parfois aussi maigrement partagée qu'une oasis (14 centimètres en 1885) ; on comprend que la culture arborescente soit la ressource majeure. Gabès reçoit beaucoup moins en moyenne (20 centimètres) ; mais suivant la prédominance des vents marins du nord ou des souffles desséchants du sud, on y connaît la détresse ou l'abondance. Telle année n'a donné qu'un décimètre d'eau à ses oasis, telle autre six fois plus. Beaucoup plus précaire encore est le sort des oasis de l'intérieur.

Fig. 6. — *Golfe de Tunis. Sidi-bou-Saïd, vu de l'intérieur des terres.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Relief du sol et régime des pluies font comprendre sans peine les lois de la circulation des eaux (ou de leur stagnation) en Tunisie. La Medjerdah draine, par son puissant réseau d'affluents, des régions qui, soit en Algérie orientale, soit en Tunisie, ont des pluies riches et fréquentes, des neiges, où l'œuvre de circulation souterraine peut s'accomplir presque sans interruption. A cet égard, le grand fleuve contraste heureusement avec la plupart des cours d'eau algériens, exception faite de la Seybouse, qui

naît et se nourrit dans des conditions analogues. Au cœur de l'été, le lit du fleuve, entre ses berges souvent abruptes de terres friables, au milieu des cultures, conserve un volume d'eau important. Dire que la Medjerdah roule en moyenne 100 mètres cubes n'est point, comme pour un Chéliff, combiner en un chiffre imaginaire des données qui représentent, d'une part, une série de débordements, d'autre part, une série de disettes. Dans les plus grandes sécheresses, la Medjerdah débitait encore 2 mètres cubes; en hiver, on l'a vue rouler à pleins bords près d'un millier de mètres cubes; mais pendant plus de dix mois, c'est un fleuve large et de notable profondeur.

Le Medjerdah est le seul grand fleuve de Tunisie qui soit vraiment régulier et permanent : elle draine, d'ailleurs, près de 25.000 kilomètres carrés et reçoit les eaux de presque tous les pays tunisiens à pluies constantes. Ailleurs, sauf l'Oued-Miliane, issu des dernières pentes des monts de Zeugitane, les rivières sont temporaires, parfois riches en hiver et au printemps, asséchées dès le début de l'été; bon nombre se perdent dans les sebkhas et les chotts. On comprend que le Commandant Roudaire, si prompt ensuite à reconnaître généreusement son erreur, ait voulu assurer à la Tunisie méridionale le bienfait d'une plus profonde pénétration des influences maritimes.

III. — Régions naturelles et climats régionaux.

A l'avantage d'un réseau fluvial si utile aux riches cultures de sa région septentrionale, la Tunisie ajoute celui d'un grand développement côtier et d'une double exposition marine. Nous n'avons pas à décrire ici cette côte si curieuse par sa structure physique, si riche en souvenirs historiques, où se heurtèrent les flottes de guerre de tant de grands peuples, où se rencontrèrent les convois de commerce de provenances si différentes. Nul besoin de vanter les avantages d'un port aussi sûr et aussi bien placé que Bizerte, de faire valoir l'importance propre des « échelles » de ce Sahel jadis si prospère et qui le redevient rapidement. Chacun sait comment un chenal, coupant la lagune d'El Bahira, a débloqué Tunis, munie désormais de bassins bien aménagés. Sfax sera dotée sous peu d'un excellent port. Avec tant d'abris, avec un service d'éclairage et de balisage déjà assez complet, la côte tunisienne remplira son office d'attirer vers les centres d'exportation les produits de l'intérieur, et d'accueillir, pour les répandre à l'intérieur, les denrées des pays étrangers. Ni les hautes falaises rocheuses du Nord (fig. 6 et 7), souvent battues comme aux environs du cap Blanc et du cap Bon, par une mer houleuse, ni les plages basses de la côte orientale (fig. 9), prolongées si loin autour des Kerkennah, ne seront désormais à

Fig. 7. — *Aspect de la côte dans le Golfe de Tunis. Sidi-bou-Saïd, vue de la côte.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

redouter. Le littoral tunisien est, dès maintenant, bien aménagé en vue des intérêts du trafic.

Mais que sont et que peuvent devenir les ressources mêmes du pays? Son climat et la composition, ainsi que le relief de son sol, indiquent nettement les destinées de cette contrée agricole. Le régime de ses pluies, le caractère de ses cours d'eau nous le laissaient déjà supposer: une brève analyse des éléments du climat indique l'inégale valeur des régions dont se compose la Tunisie.

Au Nord, la constance des vents de mer empêche la brusquerie des écarts de température. A Bizerte et sur toute la zone littorale, il est rare que l'on compte une distance de plus de 40 degrés entre les deux températures extrêmes de l'année. Il n'y a lieu, malgré une habitude consacrée, de rechercher aucune sorte de parenté entre le vent du Nord, souvent violent, qui visite ces parages, et notre mistral de Provence, d'abord parce que le même vent souffle rarement sur les parties nord et sud du bassin occidental de la Méditerranée, ensuite parce que le mistral est, par définition, un vent de terre soufflant sur mer, tandis que le vent du Nord, redouté de Tabarka au cap Bon, est précisément un vent de mer soufflant sur terre. Toute la région des monts du Nord Tunisien est à peine touchée par le sirocco.

Les plaines de la Medjerdah, et en particulier la plaine arrosée par le cours inférieur, sont soumises à un régime différent. Le bassin de Dakla, situé à une faible altitude, et enserré de montagnes, ressent déjà les méfaits de l'éloignement de la mer : Souk-el-Arba connaît des froids hivernaux de — 3°, des chaleurs de + 50°. Tunis est visité par des vents de mer et subit de moins grandes rigueurs; cependant le thermomètre a baissé jusqu'à — 0°5, et, en temps de sirocco, a marqué + 45°5. C'est encore une variabilité étrangère aux climats vraiment maritimes.

Sur les plateaux du Centre, rigueurs d'hiver et d'été sont également plus cruelles que dans les monts du Nord maritime. Quoique nos observations remontent à peu d'années, on a déjà enregistré, au Kef, un froid de — 5° en janvier 1891 et

Fig. 8. — *Vue de La Marsa.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 9. — *Côte de Mahedia, vue de la mer.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

une chaleur de + 44° en août de la même année.

Le Sahel, bien que lisière littorale, ne jouit pas des avantages du climat maritime. Les vents de terre, hiver et été, y produisent des excès de température. Sousse a failli plusieurs fois connaître le gel quand soufflaient les vents d'ouest en hiver : et le sirocco lui a parfois infligé en été de cruelles chaleurs de + 45°.

Gabès (fig. 11 et 13), et, à plus forte raison, les oasis de l'intérieur (fig. 10), sont sous la domination du climat désertique, c'est-à-dire continental, caractérisé par l'amplitude de ses variations. En janvier 1892 le thermomètre marquait 0° à Gabès, + 48°5 en août 1890. A Gafsa, ce fut une gelée de — 4° en 1890, une température torride de + 48°8 en 1889.

Ainsi, malgré sa double exposition maritime, la Tunisie ne connaît qu'en quelques régions de faible étendue, les avantages d'un climat vraiment tempéré. Il n'en faut point conclure qu'il est insalubre; la sécheresse même d'une grande partie de son territoire, le relief des parages humides, sont, au contraire, des garanties de salubrité. L'expérience des soldats français qui y tiennent garnison, fait également preuve. Il serait tout aussi inexact de croire que l'amplitude des variations de température est un obstacle à la richesse agricole. Mais il est de toute nécessité d'y relever les caractères particuliers qu'y revêt le climat méditerranéen, climat qui comporte un nombre inouï de variétés. La coutume nous est tout doucement entrée dans l'esprit de croire que le climat méditerranéen est un climat maritime parce que la Méditerranée est une mer. Or, aucune idée n'est plus fausse en sa simplicité; et il suffit d'une analyse élémentaire du terme pour comprendre qu'une mer entourée de terres n'agit avec puissance sur le climat de ces terres que si elle est, par son étendue, capable de contrebalancer l'action des masses continentales environnantes, ce qui est vrai de la Méditerranée occidentale, souvent faux de la Méditerranée orientale. Une autre cause qui nous empêche de constater le climat vraiment continental de quelques régions riveraines de la Méditerranée, c'est l'habitude que nous avons, raisonnant sur le cas le plus fréquent des contrées septentrionales de la zone tempérée, de prendre moins en considération une amplitude de variations thermométriques de — 4° à + 50° qu'une de — 27° à + 27°, par exemple.

Fig. 10. — *Oasis de Nefta.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

La Tunisie est moins abritée en la plupart de ses districts littoraux, exception faite de l'extrême nord, des vents désertiques de terre, que ne l'est l'Algérie Tellienne. Il est vrai que ses régions centrales et méridionales sont, en revanche, plus souvent influencées par la mer que ne le sont les pays Algériens de latitude et de relief correspondants. Ce jeu même des deux influences opposées y rend le climat singulièrement moins rythmique que dans le Maghreb central ; et avec l'amplitude des variations annuelles de température et de pluie, il faut noter, comme caractère essentiel du climat Tunisien, la fréquence des anomalies se produisant d'une année à l'autre.

IV. — Flore.

La répartition de la flore naturelle et le régime des cultures reflète ces conditions. De même que le vent du désert promène ses souffles jusqu'à l'issue des plaines de la Medjerdah, tandis que l'oasis de Gabès connaît le bienfait des souffles marins, ainsi les environs de Tunis portent le drin du désert, et Gabès accueille et fait prospérer nombre de plantes qui mourraient dans des oasis de l'intérieur des terres. Bref, les zones de végétation sont beaucoup moins nettement délimitées qu'en Algérie; c'est dire que les facultés d'acclimatation de la Tunisie sont plus souples et plus puissantes que celles du pays algérien.

Toutefois, végétaux spontanés et plantes cultivées attestent, par leur distribution, des différences essentielles entre ces régions moins contrastantes que leurs voisines de l'ouest. Voici le pays des monts de la Medjerdah, les hauteurs des Khroumirs et des Mogods, que la puissance de leur relief et le voisinage de la mer prédestinent à être la vraie province forestière de la Tunisie; les forêts n'y sont pas ce que l'on décore de ce nom dans un si grand nombre de parages des bords de la Méditerranée, ce que nous traduisons sans doute à tort par ce même mot dans nombre de passages d'au-

teurs grecs ou latins, un maquis plus ou moins épais. En Khroumirie ce sont de belles futaies de chênes-liège et de chênes zéens, avec un sous-bois épais de houx et d'autres arbrisseaux de robuste venue. Les hauts-plateaux doivent peut-être moins au déboisement qu'aux brutales révulsions et aux inconstances de leur climat de ne porter le plus souvent qu'une végétation buissonneuse, interrompue par des groupes beaucoup moins serrés de pins d'Alep. La fréquence des visites du sirocco est attestée par le nombre des acacias gommifères que l'on rencontre sur les croupes montagneuses du Centre, sur le bou-Hedma, en arrière du Sahel de Sfax. La végétation arborescente reste riche dans la zone du Sahel, et dans cette merveilleuse oasis de Gabès (fig. 13 où la juxtaposition du palmier-dattier, de l'olivier, de la vigne, à côté de magnifiques champs d'orge, de vigoureuses cultures maraîchères, attestent les bienfaits de cette fusion des climats en Tunisie.

Fig. 11. — *Route dans l'oasis de Gabès.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

rive sur les moyens plateaux du Centre en une année de grandes pluies nourrit sans retard l'espoir d'adapter au sol tunisien nombre de plantes de notre France du Sud-Ouest ou du Centre ; un autre se désespérera qui sera témoin, à ses débuts, d'un coup de sirocco et verra sécher, en quelques jours, l'espoir d'une belle récolte de céréales.

Du moins, les plaines de la Medjerdah, soumises à des conditions meilleures d'humidité, accessibles à l'irrigation qui en multipliera les forces productives, ont été et resteront d'admirables terres à céréales. Sur les plateaux du Centre et dans les plaines comprises entre la chute de ces hauteurs et la zone des sebkhas, il faut que l'homme corrige, aujourd'hui comme au temps de la domination romaine, l'inconstance des pluies de printemps et du début de l'été par un méthodique aménagement des eaux. Les ingénieurs et agronomes français sont déjà à l'œuvre.

Fig. 12. — *Vue de Djerba.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Si l'herbe du désert croît dans la banlieue de Tunis, Gabès réunit, en son oasis privilégiée, arbres du Tell et arbres du désert. Sfax voit se développer, grâce à l'initiative des colons français, une forêt d'oliviers plus épaisse et plus riche que celle dont Athènes est fière. C'est bien ce climat très spécial, très délicat, qui rend difficile l'œuvre de l'adaptation des cultures en Tunisie, qui exige des essais prolongés, méthodiques. Le colon, qui ar-

A ses forêts, à ses belles cultures d'oliviers, de vignes, de palmiers-dattiers, à ses champs de céréales, la Tunisie joint des richesses minérales encore à peine reconnues ou exploitées. Mines de fer, de plomb, de zinc, gisements de phosphates, carrières de marbre, sollicitent l'activité de nos industriels.

Les richesses de l'élevage se développeront à mesure que les indigènes auront été instruits de

nos méthodes, à mesure que des prairies bien irriguées auront mis le bétail à l'abri des vicissitudes climatériques. La population tunisienne comprendra la nécessité de cette réforme, comme elle a compris le besoin de remplacer ses mauvais outils de culture par des instruments bien construits et commodes. Mais, en tout état de cause, l'élevage du gros bétail restera confiné dans les contrées bien arrosées du Nord, et dans les cantons du Centre favorisés par la fréquence des pluies.

Fig. 13. — *Lisière d'une palmeraie dans l'oasis de Gabès.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

V. — Conséquences des faits géographiques pour l'avenir du pays.

La Tunisie, encore au début de sa renaissance, est douée pour devenir un des plus riches pays de la zone méditerranéenne. A ses ressources naturelles, que décuplera l'emploi des méthodes françaises d'aménagement des eaux et d'adaptation des cultures, elle joint l'avantage d'une population paisible, amie du travail, capable d'en comprendre et d'en désirer les bénéfices. Quelle que soit la proportion des Berbères et celle des Arabes dans ce curieux mélange de races, quelle qu'ait été la valeur de l'apport des Phéniciens, des Romains et des Grecs sur ce sol privilégié, il est hors de doute que le peuple tunisien, comme le pays même et à cause des caractères du pays, est moins divisé, moins fanatique, moins réfractaire aux influences extérieures, que l'ont été les tribus d'Algérie après quinze ans d'association politique avec la

France. Comment en serait-il autrement? Point de remparts continus, de montagnes qui séparent les gens du Tell ou du Sahel, de ceux des plateaux ou du désert! De l'une à l'autre de ces régions, l'on passe par une série de nuances, rarement par un soudain et violent contraste. Le paysan des bords de la Medjerdah est assurément moins surpris, si on le transporte à Djerba ou à Gabès, que le Berbère de Grande-Kabylie envoyé à Laghouat. L'opposition entre le sédentaire et le nomade est moins vive aussi en Tunisie que dans le pays voisin : il suffit d'entendre, pour s'en rendre compte, les plaintes des Tunisiens lorsqu'ils déplorent l'introduction sur leur sol d'Algériens des tribus errantes des plateaux ou du Sahara.

L'initiation due aux influences étrangères a, d'ailleurs, été aussi puissante que l'harmonieuse fusion de peuples divers sur une terre prédisposée à cette œuvre. La Tunisie a reçu, par ses ports de l'est et du nord, le contact de bien des civilisations. De combien de siècles date l'habitude des marins de Sfax d'aller commercer en Egypte, d'y contracter des alliances de famille? L'histoire nous dit comment s'unirent, en une race nouvelle et puissante, Phéniciens venus de l'est et tribus de Libye. Elle nous apprend avec quel empressement les colons Italiotes se portèrent sur le domaine de Carthage vaincue. Qui saura jamais la part vraie des invasions arabes dans le mélange dont est faite cette population de plus d'un million et demi d'hommes généralement beaux et robustes?

L'avenir du pays et du peuple est aussi difficile à présager en ses détails que le passé à reconstituer. La question des voies de communication et des débouchés est, en particulier, fort ardue. Au Nord la prééminence commerciale restera-t-elle à Tunis ou passera-t-elle à Bizerte? Bizerte est plus proche de France, mieux placée et aussi mieux outillée pour attirer au passage le grand courant commercial qui unit le Levant, les Indes, l'Extrême-Orient et même l'Australie, aux centres importants de Grande-Bretagne, d'Allemagne, des Pays-Bas, de la France du Nord. Tunis, malgré l'étroitesse de son chenal et de ses bassins, malgré l'éloignement plus considérable de France, commande mieux l'issue de la riche plaine de la Medjerdah. Enfin, quand la bizarre fiction d'une limite douanière entre l'Algérie et la Tunisie aura disparu, Bône n'aura-t-elle pas sa part de l'exportation Tunisienne? Les voies ferrées d'Algérie n'exerceront-elles pas leur attraction jusque sur les marchandises du Centre et du Sud Tunisiens, amenées ainsi vers des ports plus proches de la Métropole? Car dès que les réseaux des deux pays seront raccordés, la loi s'établira, à moins que des tarifs entre Algérie et Tunisie n'en disposent autrement, de l'acheminement vers le port le plus voisin à la fois des lieux de production du Maghreb français et des centres commerciaux de la Métropole.

L'étude géographique de la Tunisie pose aussi la grave question de la concurrence entre une voie ferrée longeant le Sahel, et les paquebots desservant les escales, de Gabès à Tunis. En tout cas, le pays Tunisien est encore assez loin de son degré normal de production pour exiger à bref délai le bienfait de voies de communication nombreuses ; c'est un avenir lointain qui décidera seul en quels points se concentrera, sur quelles lignes circulera la vie de cette terre privilégiée.

Et puis ne faut-il pas prévoir, après la mise en valeur par de puissantes entreprises, le lotissement graduel d'une population de plus en plus dense qui vivra sur place, et, faisant moins de commerce, sera, — cela s'est déjà vu dans l'histoire, — néanmoins très heureuse et prospère? De ce que l'Italie vécut souvent des apports de blé d'Afrique, auxquels se joignaient d'ailleurs ceux d'Egypte et de Gaule, qui oserait conclure que la Tunisie est vouée au même rôle dans un siècle où les grands centres de culture et de civilisation sont autrement répartis? Rien n'est plus sujet à vicissitude que l'avantage de la position d'un pays, précisément parce que la valeur des autres terres et des autres peuples avec lesquels il est en relation évoluent et changent aussi. Ce coin d'Afrique-Mineure fut pour les Phéniciens un champ lointain de colonisation et sans doute aussi un grenier à blé. Ce fut pour Carthage une position centrale entre la petite patrie phénicienne et les contrées Africaines ou Ibériques qu'elle exploitait à l'Ouest. Rome, toute proche, en fit à la fois une colonie où émigra l'excédent des populations Italiotes, et une gigantesque ferme d'où elle tira des produits alimentaires. Pour notre France, c'est le complément de notre Provence et de notre Algérie, insuffisantes, même réunies, pour fournir notre marché d'olives, de vins, de fruits divers, de primeurs, de céréales : c'est la promesse de nous affranchir de ce que nous payons encore, pour acheter ces richesses, à des pays étrangers, Espagne, Italie, Levant, Etats-Unis, etc. Tout naturellement notre commerce avec ces pays décroîtra à mesure que nos rapports seront plus étroits avec la Tunisie comme avec l'Algérie : il faut s'y attendre et s'y résigner. Mais, c'est aussi pour nombre de Français — résolus à chercher une vie plus large, moins raffinée et plus rude, mais plus sûre, — un champ d'émigration assez largement ouvert. Les savantes études qui suivent, mieux que cette brève Introduction, le vont prouver à nos compatriotes.

Marcel Dubois,
Professeur de Géographie coloniale
à la Sorbonne.

L'HISTOIRE EN TUNISIE

On a bien eu raison de vouloir qu'il restât quelque souvenir de la merveilleuse excursion en Tunisie que nous avons faite, au mois d'avril dernier, à la suite de M. René Millet. Tous ceux qui étaient du voyage y ont pris un très vif plaisir ; on a pensé que, si quelques-uns d'entre eux se donnaient la peine de rédiger leurs notes et de recueillir leurs impressions, le public pourrait en tirer quelque profit.

Les personnes que M. Millet avait invitées à l'accompagner appartenaient à des catégories très différentes : il y avait des historiens, des géographes, des économistes, des archéologues, des agronomes, des politiques, des journalistes, et chacun d'eux a trouvé à satisfaire sa curiosité spéciale, car cet étrange pays peut apprendre quelque chose à tout le monde. Pour m'en tenir ici à l'histoire, il n'y en a pas qui ait conservé plus de traces des régimes par lesquels il a passé. Aucun d'eux n'y a tout à fait disparu ; les diverses époques de l'humanité y sont toutes représentées par quelque ruine, et nous avons presque fait un cours d'histoire universelle en le parcourant.

I

Le passé le plus lointain y a surtout laissé des tombes : c'est bien ce qui en reste d'ordinaire ; l'étonnant, c'est qu'on y trouve ces pierres levées, ces allées couvertes, ces dolmens qu'on va voir dans notre Bretagne. Les dolmens sont fort nombreux en Afrique ; nous avons visité avec soin ceux d'Ellez, sur la route du Kef à Maktar. Le professeur suédois, M. Montélius, qui était du voyage, nous disait qu'ils ressemblaient parfaitement aux monuments mégalithiques de l'Europe. Comment expliquer ces ressemblances surprenantes ? Qui étaient donc les gens qui dorment sous ces roches ? Venaient-ils de l'Espagne, par le détroit de Gadès, comme le supposaient déjà les Anciens, ou de l'Égypte par la Tripolitaine, ou des profondeurs du Sahara ? On l'ignore, et probablement on ne le saura jamais. Toujours est-il qu'au moment où luisent les premières clartés de l'histoire, ces races paraissent s'être tant bien que mal associées, que de ces éléments, d'origine différente, un peuple s'était formé, qui n'était pas encore fort homogène et présentait de grandes diversités selon les pays, mais qui avait pourtant une certaine unité et parlait à peu près la même langue. Nous lui avons, pour plus de commodité, donné un nom qu'il n'a jamais porté peut-être : nous l'appelons le peuple Berbère. C'est lui que les Carthaginois, puis les Romains, ont rencontré devant eux quand ils ont envahi l'Afrique ; il les y avait précédés, il leur a survécu. Plus tard il s'est soumis aux Arabes, mais ne s'est pas tout à fait confondu avec eux, comme on l'a cru longtemps ; il existe toujours ; il habite le pays où ses pères sont ensevelis, il forme la majorité de ces tribus nomades ou sédentaires qui sont venues nous saluer sur les routes à notre passage. En regardant curieusement ces gens à pied ou à cheval, qui nous escortaient juqu'au territoire de la tribu voisine, je me disais que, parmi eux, devaient se trouver les descendants véritables des Maures de Bocchus, des Gétules de Tacfarinas, et des Numides de Jugurtha.

Il ne reste pas grand'chose des Phéniciens qui vinrent ensuite s'établir en Afrique, et c'est ce qui nous cause une grande surprise. Ce fut pourtant un grand peuple, qui bâtit des villes importantes, creusa des ports, créa des comptoirs, colporta un peu partout ses marchandises, et s'aventura même fort loin sur l'Océan. Sa domination en Afrique ne pénétra pas très profondément dans les terres, mais son influence s'étendit beaucoup plus loin que son autorité. Les Berbères, que nous trouverons jusqu'à la fin très accessibles à l'imitation de l'étranger, n'accueillirent pas mal la religion des nouveau-venus, et ils commencèrent à se polir à leur civilisation. Plusieurs même adoptèrent leur langue et s'accoutumèrent si bien à s'en servir qu'au IIIe siècle de notre ère ils la parlaient encore. Tout cela semble indiquer une domination solide, étendue, fortement assise sur le sol, et dont il devrait rester plus qu'un souvenir. Aussi, quand le Père Delattre, qui nous avait conduits sur une colline, aux pieds de laquelle venait battre la mer, nous montrant de la main la plaine qui nous entourait, nous dit : « Voilà Carthage, et nous sommes sur la colline de Byrsa, » nous fumes très étonnés, en jetant les yeux de tous les côtés, de ne pas apercevoir le moindre débris de monument ruiné. Eh quoi ! de cette ville si peuplée, si riche, si magnifique, qui a dominé la mer pendant plusieurs siècles, où affluaient les marchands de tous les pays, il ne reste pas même un pan de muraille ! Aussi le Père Delattre, pour nous bien convaincre qu'il ne s'était pas trompé et qu'il ne nous trompait pas, s'empressa-t-il de nous conduire dans la nécropole qu'il fouille depuis plusieurs années. Voici enfin un débris authentique de la grande ville, mais c'est bien peu de chose, au prix de ce que nous attendions ; il n'y a là que des poteries ordinaires, quelques bijoux, des squelettes que l'air et le jour décomposent. Quant aux fameuses citernes que l'on montre aux étrangers, si elles sont, par

leur origine, un travail punique, elles ont été refaites et mises en l'état où nous les voyons par les Romains.

II

C'est la civilisation romaine dont les ruines triomphent en Afrique : on ne peut pas faire un pas sans les y rencontrer. Pendant notre excursion, nous avons trouvé Rome partout, à Teboursouk et au Kef, à Aïn-Tounga, à Zanfour, à Maktar, au milieu de véritables déserts, à El Djem, à Mahédia, à Sousse. Il nous est arrivé souvent, pendant que nos petits chevaux arabes nous emportaient à travers des champs désolés, de passer auprès de quelques amas de pierre et d'apercevoir parmi les ruines des fragments de mosaïques et des fûts de colonnes étendus : c'étaient des restes de fermes et de villas qui peuplaient ces campagnes où l'on trouve à peine aujourd'hui quelques gourbis. Et Dougga, dont on pourrait presque faire un autre Pompéi, quel charme nous avons trouvé à la visiter ! Quelle admiration nous causaient ces arcs de triomphe, ces temples, ce capitole, une des œuvres les plus distinguées de l'art ancien, et surtout ce merveilleux théâtre, que le temps et les hommes semblent avoir respecté.

Ce n'est pas assez de dire que nous les admirions ; nous éprouvions à les contempler un sentiment plus profond, et, pour ainsi dire, plus pieux. Nous avions l'illusion, en les voyant, que nous n'étions plus sur une terre étrangère ; nous pensions être chez nous. Ceux qui les ont bâtis n'étaient-ils pas des gens de notre race et de notre sang ? Dès les premiers jours de la conquête, nos soldats semblent avoir compris d'instinct les liens qui nous unissaient aux anciens maîtres du pays. Ils traitaient avec respect les monuments qui conservent leur souvenir, et, entre deux batailles, ils copiaient les inscriptions qu'ils rencontraient sur leur route. Beaucoup d'officiers s'improvisèrent alors archéologues, et ils furent les premiers à nous avertir des richesses dont ce sol est couvert. A Lambèse, ils retrouvèrent le camp où la troisième légion a si longtemps résidé, et furent heureux d'en visiter les ruines. Rien de ce qui avait pu intéresser leurs lointains prédécesseurs ne les laissait indifférents ; ils étaient fiers des éloges que l'empereur Hadrien leur décerne, dans son fameux ordre du jour, comme s'ils les avaient obtenus eux-mêmes ; il leur semblait voir dans ces braves gens, que le prince félicite d'exécuter avec tant de précision les manœuvres les plus difficiles, des frères d'armes, des camarades, et ils ne manquaient aucune occasion de leur témoigner le respect qu'ils éprouvaient pour eux. On a souvent raconté comment le colonel Carbuccia, après avoir relevé la tombe d'un tribun légionnaire, qui tombait en ruine, décida qu'on lui rendrait les honneurs militaires comme à un officier général de notre armée ; le jour de la cérémonie, le drapeau du régiment s'inclina, et nos soldats défilèrent devant le tribun de la troisième légion. C'est qu'après tout, nous comprenons qu'il y a ce lien entre eux et nous que nous faisons aujourd'hui ce qu'ils ont fait en leur temps : la tâche est la même, et des deux côtés accomplie avec la même patience et le même courage. Les indigènes nous appellent des *Roumis*, ils nous regardent comme les descendants et les héritiers de ceux qui les ont si longtemps gouvernés et dont ils gardent confusément un grand souvenir : il nous faut accepter l'héritage, nous y trouverons notre profit. Du moment que nous nous rattachons à ce passé glorieux, nous ne sommes plus tout à fait des étrangers, des intrus, des gens arrivés d'hier, qu'une heureuse aventure a jetés sur un sol inconnu, nous y avons des prédécesseurs, des ancêtres ; nous venons continuer et finir une grande œuvre de civilisation interrompue pendant des siècles, nous reprenons possession d'un ancien domaine, et ces vieux monuments, devant lesquels l'Arabe ne passe pas sans un sentiment de respect et de frayeur, sont précisément nos titres de propriété.

III

Mais, pour mériter d'être les véritables héritiers des Romains, pour pouvoir faire comme eux, il faut d'abord bien savoir ce qu'ils ont fait. Par quels procédés, par quelle habile politique, sont-ils parvenus à établir si solidement leur domination qu'il en reste tant de traces après quatorze siècles ? C'est une question que beaucoup d'historiens et d'archéologues se sont posée, et, pour la traiter à mon tour, je n'ai guère qu'à résumer les réponses qu'on y a déjà faites.

D'abord, ils ont donné la paix au pays : c'est un bien dont il n'avait guère joui avant eux ; ils ont réprimé les guerres continuelles que toutes ces petites peuplades se faisaient entre elles ; les maraudeurs, les pillards ont été rigoureusement punis, les tribus indépendantes enfermées, autant que possible, dans leurs territoires, et tout cela s'est fait sans un grand déploiement de forces. Aucune ville, excepté Carthage, n'avait de garnison ; les troupes étaient réunies dans un camp, sur la frontière ; un système ingénieux de signaux leur permettait d'être averties aussitôt qu'on avait besoin d'elles ; de belles routes, parfaitement entretenues, les menaient vite où elles devaient aller ; tout était disposé pour que la moindre velléité d'insurrection fût rapidement réprimée. L'armée d'Afrique se composait d'une légion et de quelques cohortes auxiliaires, en tout 27.000 hommes à peu près.

C'était peu de chose pour faire la police d'un si vaste territoire, surtout si l'on songe que nous qui ne possédons ni la Tripolitaine, ni le Maroc, nous ne pouvons garder l'Algérie et la Tunisie qu'à la condition d'y entretenir 48.000 soldats [1].

Il y a pourtant une remarque à faire, et, dans cet éblouissant tableau, un point noir à signaler. La pacification de la province n'a jamais été tout à fait complète : au milieu du calme général, il arrivait de temps en temps que, sur des points isolés, la tranquillité publique était troublée ; les inscriptions en font foi. Sans doute l'armée avait facilement raison de ces agitations passagères, les pillards étaient punis avec une rigueur qui leur ôtait pour longtemps l'envie de recommencer, et les choses rentraient vite dans leur état habituel. Malgré tout, on s'étonne que Rome n'ait pas pris des mesures plus radicales pour supprimer ces troubles intermittents. On éprouve une surprise mêlée de quelque admiration quand on voit qu'elle s'est contentée de si peu de troupes dans ses provinces d'Afrique ; mais peut-être n'en avait-elle pas assez. Les armées permanentes coûtent très cher ; les Romains le savaient par expérience. On se souvenait qu'Auguste lui-même avait eu beaucoup de peine à équilibrer son budget de la guerre et qu'il fut quelquefois réduit à des expédients pour nourrir et payer ses 28 légions. Aussi, pour éviter les embarras financiers, les empereurs s'appliquaient-ils à réduire l'armée autant qu'ils le pouvaient. Mais il y a des économies qui coûtent cher, et celle-là peut-être a été de ce nombre. Peut-être aussi eut-on le tort, au début, de ne pas pousser la conquête jusqu'au bout et de laisser quelques ennemis dans les limites mêmes des provinces conquises. Il semble bien que le massif du Djurjura ne fut jamais entièrement soumis. Il restait donc, au milieu de la civilisation romaine, comme des îlots et des réserves de barbarie. De là sortaient de temps à autre des bandes de pillards qui, après une excursion de quelques semaines, rapportaient leur butin dans leurs montagnes, où l'on avait grand'peine à l'aller chercher. Que nous avons été mieux inspirés de conquérir la Kabylie ! Cette expédition nous a sans doute coûté cher, mais que de rébellions et de guerres elle nous a épargnées pour l'avenir ! Nous pouvons donc nous flatter que la paix française est plus complète et qu'elle sera plus sûre que la paix romaine. Nous sommes, par tant de côtés, inférieurs aux Romains que si, sur un point, nous valons mieux qu'eux, il nous est bien permis de nous en féliciter. Du reste, ces troubles partiels et intermittents n'ont jamais compromis bien sérieusement la paix publique. C'étaient tout au plus quelques nuages passagers qu'on apercevait à peine dans la sérénité ordinaire du ciel ; et, quand on se souvenait des désordres de toute sorte qui avaient désolé l'Afrique pendant l'âge précédent, on ne pouvait pas contester aux Romains la gloire d'y avoir apporté la paix.

Avec la paix était naturellement venue la prospérité, et la prospérité à son tour rendait la paix plus profonde et plus assurée : on est moins tenté de courir la chance des insurrections quand on a quelque chose à perdre. Cette prospérité nous est attestée par le témoignage des historiens, qui nous disent que l'Afrique fournissait le tiers du blé que consommait Rome, et une grande partie de l'huile qu'on dépensait pour les gymnases et les jeux publics ; elle l'est bien plus encore et d'une manière plus incontestable par ce grand nombre de fermes, dont on aperçoit les ruines partout, qui nous prouvent que des plaines aujourd'hui stériles regorgeaient d'habitants, que l'olivier y poussait où l'on ne rencontre plus que le lentisque, l'asphodèle et le palmier nain, que l'on récoltait des céréales dans des champs qui ne produisent plus que l'halfa ou la figue de barbarie. Comment les Romains s'y sont-ils pris pour obtenir ce résultat ? Il ne nous est pas toujours facile de le dire, mais nous voyons bien que c'était surtout en dotant ce pays de la seule chose qui lui manque pour être le plus fertile du monde : ils lui avaient procuré de l'eau. Les ruines de barrages, d'aqueducs, de citernes, qu'on trouve partout, nous montrent que c'était leur premier souci. « Les sources ont été captées, dit M. Toutain [1] ; l'eau de pluie a été recueillie ; l'eau des rivières a été détournée ; des aqueducs cachés sous terre ou soutenus par d superbes arcades ont été construits ; l'eau amassée, concentrée, purifiée, a été distribuée à travers les villes et mise le plus possible à la portée des consommateurs. Partout la nature a été merveilleusement secondée par l'industrie humaine. »

La prospérité et la paix étaient des biens que les indigènes n'avaient jamais connus ; ils devaient en sentir le prix, et rien ne les empêchait d'en être reconnaissants à ceux qui les leur procuraient. Le sentiment national, qui aurait pu les éloigner du vainqueur, n'était pas encore né chez eux. Le sentiment religieux, qui nous rend aujourd'hui si difficile un rapprochement avec les gens du pays, créait, au contraire un lien de plus entre eux et les Romains. Les dieux des deux peuples ayant consenti à se mêler ensemble, leurs partisans n'avaient plus aucune raison de ne pas s'unir. Quant au sentiment de

[1] Je reproduis les calculs de M. Cagnat, dans son beau livre de l'*Armée romaine d'Afrique*.

[1] *Les Cités romaines de la Tunisie* par J. Toutain. Cet ouvrage est un des meilleurs qu'on ait faits, dans ces dernières années, sur la colonisation romaine en Afrique.

l'indépendance, qui, chez les Berbères, va aisément jusqu'à la plus farouche indiscipline, les Romains firent leur possible pour le ménager. Leur administration avait le mérite de n'être pas tracassière; elle se gardait bien de faire peser sur les sujets des contraintes inutiles; elle gouvernait sans fracas, le moins ouvertement qu'elle pouvait, et il lui convenait d'avoir la réalité, mais non la forfanterie du pouvoir. Sans doute, Rome avait le désir de voir les peuples qu'elle avait soumis accepter ses usages, ses lois et sa langue, et s'assimiler à elle; mais elle ne prit pas de moyens violents pour les y forcer et sut se garder de tout empressement maladroit. Nous avons, nous autres, le tort d'être trop pressés. Nous nous indignons qu'après quelques années nos colonies ne soient pas devenues tout à fait françaises; mais il ne faut pas oublier que c'est une œuvre qui demande beaucoup de temps. Souvenons-nous qu'en Afrique les Romains, malgré leur expérience et leur habileté, ont mis plus de deux siècles à l'accomplir : nous avons donc cent cinquante ans pour les rattraper.

IV

Rome avait la sagesse de ne pas inonder les pays conquis d'une nuée de fonctionnaires qui, les connaissant peu, les gouvernent mal. Dans la province d'Afrique, elle n'envoyait que le *proconsul* avec sa suite, qui, à la vérité était nombreuse, et les *procurateurs* qui administraient les biens impériaux. Là, comme à peu près partout, elle conserva les libertés municipales : c'est tout ce que demandaient les indigènes. Aujourd'hui encore, le Kabyle n'est guère attaché qu'à sa *Djemâa*, et il vous tient quitte du reste, pourvu qu'on la lui laisse. Les Romains surveillaient avec soin les affaires intérieures des cités, comme on le voit par les lettres de Pline à Trajan, mais ils n'y intervenaient que lorsqu'elles se donnaient des magistrats malhonnêtes qui dilapidaient leurs finances; il fallait bien alors les empêcher de se ruiner tout à fait. Lorsqu'elles s'administraient bien, ce qui paraît être arrivé souvent en Afrique, ils les laissaient volontiers se gouverner toutes seules. Il faut bien croire qu'à ce régime elles sont souvent devenues très riches, puisque tous les monuments qu'on y admire ont été construits soit aux frais de la ville *pecunia publica*), soit par quelque citoyen reconnaissant. Cet admirable théâtre de Dougga, dont nous avons été si surpris et si frappés, n'avait pas coûté un denier au municipe; c'était un habitant, L. Marius Quadratus, — ce nom mérite de n'être pas oublié — qui l'avait fait bâtir « avec le portique, la scène, les gradins, les promenoirs et tous les accessoires », pour remercier ses concitoyens de l'avoir nommé *flamine perpétuel*, c'est-à-dire prêtre de l'empereur; sans compter que, le jour de l'inauguration, il fit une distribution de vivres, donna une représentation au théâtre, des libéralités au gymnase et un festin public.

C'était beaucoup, pour s'attacher les Africains, de s'occcuper de leurs intérêts matériels, de leur procurer la tranquillité et la fortune; mais, assurément, ce n'était pas assez. Il fallait encore s'emparer de leur imagination, s'insinuer dans leur esprit et dans leur âme, leur montrer la civilisation romaine par ses côtés les plus séduisants. Pour les gens riches, intelligents, déjà polis par la culture phénicienne, on ouvrit des écoles; on leur fit lire les chefs-d'œuvre de la littérature latine, qui n'étaient qu'une reproduction des chefs-d'œuvre de la littérature grecque. A la foule, on prodigua les jeux et les fêtes; et, comme elle était curieuse, avide de grands spectacles, on pensa qu'une fois prise à ce piège, elle n'échapperait plus. On voulut enfin donner à tous une idée des arts de l'Europe, en bâtissant des temples, des thermes, des portes triomphales, des théâtres, et en les ornant de colonnes, de bas-reliefs, de mosaïques et de statues. De là vient cette profusion d'édifices de toutes sortes qui ont été construits pendant les quatre siècles de la domination romaine et dont il reste de si beaux débris. On se tromperait fort, si l'on ne voyait dans cette magnificence que la satisfaction d'une sotte vanité; c'était le calcul d'une politique habile, une manière de révéler à des barbares les merveilles d'une civilisation supérieure, de leur en donner une grande opinion, de les initier ainsi peu à peu à une vie plus agréable et plus élégante. Je reconnais que ces monuments sont rarement des œuvres irréprochables, et qu'on peut y relever beaucoup d'imperfections. Aussi plusieurs de nos compagnons de voyage, de grands amis de la Grèce, qui avaient toujours devant les yeux Ictinus et Phidias, témoignaient-ils quelque dédain pour ces statues de pacotille et ces temples aux lourdes façades; ils avaient tort de leur appliquer les règles d'un goût très sévère; il faut, en les jugeant, songer à quelle grande œuvre ils ont servi, et que, si l'Afrique est devenue tout à fait romaine, si elle est entrée dans le concert des peuples qu'a séduits l'art hellénique, les monuments y sont certainement pour beaucoup. Quelle que soit leur valeur artistique, c'est une grande victoire qu'ils ont remportée.

V

J'ai peu de choses à dire de ce qui a suivi, en Afrique, la chute de l'Empire romain. Les Vandales ont passé comme un torrent, et ce n'est pas la peine d'étudier ce qui reste de leur courte domination. Il

n'en est pas de même des Byzantins. Ceux-là ont fait, pour rester maîtres du pays, un effort vigoureux et dont il existe des traces; ils l'ont hérissé de forteresses, dont beaucoup n'ont pas péri et qui ont encore un très grand air. Je n'oublierai jamais l'impression que nous avons éprouvée lorsque, après avoir gravi péniblement la montagne de la Kessera, nous nous sous sommes trouvés en face de cette superbe bâtisse que les Byzantins y avaient élevée. C'étaient assurément d'habiles ingénieurs que ceux qui ont transporté là ces énormes pierres, qui les ont si adroitement réunies, et qui en ont su faire un si bel ouvrage. La majesté et l'élégance avec laquelle se profilent ces hautes murailles prouvent que ceux qui les ont bâties avaient du sang grec et romain dans les veines; on n'a plus envie de sourire de Byzance et de répéter les plaisanteries faciles dont on accable d'ordinaire l'empire grec, quand on vient de voir ce qu'il a fait dans l'Algérie et la Tunisie.

VI

La grande invasion arabe revit pour nous dans Kairouan : c'est une vision de l'Orient à l'époque la plus belle de son histoire. Comme cette étrange ville n'a pas beaucoup changé depuis dix siècles, il est facile, en la voyant, de se remettre devant les yeux ceux qui l'ont fondée. Quoique leurs descendants soient fort dégénérés, il y a des moments où ils rappellent leurs ancêtres. Quand je voyais, dans les *fantasias* dont on nous a régalés, ces cavaliers vêtus de couleurs éclatantes, avec un faucon au poing, ces chevaux dont la croupe était couverte de housses flottantes, il me semblait assister à quelque tournoi du Moyen Age. Je n'avais qu'à placer la scène aux pieds des murs de Kairouan, aux environs de la mosquée du Barbier et de la citerne des Aglabites, en face des murs dentelés de la ville sainte, pour me figurer les héroïques soldats de Sidi-Okba.

De ce qui s'est passé en Tunisie pendant les derniers siècles, il vaut mieux ne rien dire. L'histoire en présente peu d'intérêt, et il n'en reste guère de monuments qui méritent d'être regardés. Les mosquées récentes, œuvres d'architectes italiens, sont, en général, d'une médiocrité déplorable. Les palais bâtis en toute hâte par les beys, qui sentaient bien qu'il leur fallait se presser s'ils voulaient en jouir, ne leur ont guère survécu; abandonnés après leur mort, mal défendus contre les pillards, ouverts à la pluie et aux vents, ils achèvent vite de périr. Ceux qui ont vu, à quelques lieues de Tunis, la Mohammédia, avec ses murs croulants, ses portes béantes, ses toits défoncés, ont éprouvé un sentiment qu'on connaît rarement ailleurs : la mélancolie qu'inspirent les ruines neuves. Ces palais qui vivent quelques années, n'en ont pas moins coûté très cher; pour les construire, il a fallu pressurer les peuples, ruiner le pays, soulever des colères qui souvent se tournaient en révoltes. Guérin raconte qu'à Gafsa il vit passer le bey du camp, qui, avec une petite armée, s'en allait par les campagnes, au milieu des malédictions universelles, pour recueillir l'impôt. Ceux qui ne voulaient pas ou ne pouvaient pas le payer, étaient enfermés dans la Kasbah. Quand Guérin la visita, un de ces malheureux prisonniers lui dit : « Pourquoi donc tes compatriotes ne viennent-ils pas s'emparer du pays, afin de le gouverner plus justement et de nous délivrer des impôts qui nous écrasent? » Je me suis souvent rappelé ce mot, quand je voyais les indigènes venir de si bonne grâce à notre rencontre, et mettre tant d'empressement à nous accueillir.

VII

Il me semble que je n'avais pas tort de dire, au commencement de cette étude, qu'un voyage en Tunisie, comme celui que nous avons fait, était une sorte de promenade à travers l'histoire. Notre chevauchée rapide est finie. Parmi les peuples qu'elle nous a fait rencontrer sur la route, les Romains sont ceux qui nous ont surtout attirés et retenus. C'est là peut-être qu'ils ont été les plus grands, car c'est là qu'ils ont trouvé le plus d'occasions d'exercer leurs qualités maîtresses. Renan dit quelque part « qu'il n'y a au monde que trois histoires de premier intérêt : l'histoire grecque, celle d'Israël et celle de Rome ». La Grèce nous a a enseigné l'Art, Israël nous a donné la Religion, nous apprenons des Romains comment on gouverne les peuples. Mettons-nous à leur école, profitons de leurs leçons, suivons leurs exemples; apprenons d'eux le talent de gouverner, qu'ils ont si admirablement pratiqué dans leurs provinces africaines, et, en les imitant, méritons les égaler.

Gaston Boissier,
Professeur au Collège de France,
Secrétaire perpétuel de l'Académie française,
Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

LES AMÉNAGEMENTS AGRICOLES ET LES GRANDS TRAVAUX D'ART DES ROMAINS EN TUNISIE

L'archéologie en Tunisie est une science d'utilité pratique. Dans ce pays, à la fois très neuf et très vieux, qui a subi des alternatives de prospérité inouïe et d'extrême misère, la connaissance du passé est un enseignement pour le présent, une garantie pour l'avenir. L'œuvre que nous y tentons n'est qu'une renaissance. Nos devanciers, les Carthaginois, et surtout les Romains, ont su faire d'un pays, avant eux misérable, l'une des contrées les plus riches du monde. Nous sommes leurs héritiers ; les restes de leur civilisation sont notre patrimoine. Les brillants résultats qu'ils ont obtenus, comme aussi les désastres qui ont suivi leur chute, prouvent l'excellence de leur méthode de colonisation. Ce qu'ils ont fait, nous voulons le refaire ; mettons-nous donc à leur école et profitons de leur expérience.

I. — Travaux d'hydraulique agricole.

Pour coloniser en Afrique, il faut deux choses : de l'*eau*, des *voies de communication*. De l'eau d'abord, pour vivre ; et l'on en manque souvent en Tunisie. Pendant cinq mois d'été il ne pleut nulle part, même dans le nord, trop arrosé en hiver. En toute saison dans le sud, il ne pleut pas assez. Partout l'eau fait défaut pendant une partie de l'année, et le résultat de cette disette, c'est la stérilité, la mort.

Il en a été ainsi de tout temps. Lorsque les auteurs anciens ne le disent pas expressément, comme Salluste : « Ciel et terre pauvres en eau » (Cœlo terraque penuria aquarum), ils nous le laissent entendre. Le climat n'a changé depuis douze siècles que dans la mesure où peuvent le modifier l'abandon des cultures et le déboisement, c'est-à-dire fort peu.

Le régime des eaux est resté aujourd'hui ce qu'il était jadis : essentiellement torrentiel.

La Tunisie reçoit dans certaines régions autant d'eau que le bassin de Paris, dans d'autres moins que les steppes kirguises, mais toujours l'eau tombe de la même façon. Ce sont de vraies trombes qui s'abattent tout d'un coup sur le pays.

Dans ces conditions, l'absorption par le sol, si perméable qu'il soit, devient insignifiante, l'eau ruisselle à la surface, se précipite sur les pentes avec une vitesse d'autant plus grande que le volume déversé est plus considérable : elle bouleverse tout sur son passage, inonde les plaines qu'elle traverse en courant, et va se perdre dans les *sebkhas* (lacs de sel) ou dans la mer. Quelques heures après la pluie, le pays est aussi sec qu'auparavant, mais plus ravagé.

Le désastre commence dès que l'eau du ciel atteint le sol : aussi est-ce dès ce moment qu'il faut la saisir et la diriger, en gouvernant le ruissellement.

§ 1. — Terrasses de retenue.

Dans les régions où la pente est peu prononcée, mal définie, où les eaux se rassemblent dans des dépressions sans issue, et forment des nappes stagnantes sans profit pour l'agriculture, les bas-fonds sont revêtus à l'époque romaine de *cuvettes bétonnées à bords plats*, où les produits des pluies viennent s'accumuler ; elles sortent, après décantation, par un *déversoir à vannes* qui les conduit au cours d'eau ou au réservoir collecteur des eaux de la région.

Quand, au contraire, le relief est très accidenté et que le ruissellement trop rapide provoquerait de dangereuses érosions, des barrages rustiques en pierres sèches, se succédant par degrés d'une importance progressive, brisent l'élan de l'eau qui dévale, et la forcent à déposer contre leur barrière filtrante toute la terre végétale qu'elle entraîne.

Ces terrassses de retenue, très apparentes encore dans le Djebel-Oust et les montagnes qui dominent les plaines de Zaghouan, de l'Enfida, de Djebibina, empêchent la dénudation des pentes et reconstituent le sol que bouleversent les pluies, par un lent travail de transformation qui convertit en paliers étagés, chargés d'humus et propres à la culture des arbres, les ravinements dégarnis où les plantes ne pouvaient prendre racine. Elles facilitent, en outre, l'imbibition du sol. Au bas des pentes, les sources d'eau claire augmentent. Le débit irrégulier et trouble des torrents est diminué d'autant.

§ 2. — Endiguement des ravins.

L'œuvre d'aménagement, commencée sur le ruissellement, se poursuit méthodiquement sur les cours d'eau une fois constitués. Dès leur naissance dans les plus petits ravins de la montagne, les ruisselets sont surveillés, tenus en lisière : des barrages (fig. 1), fermant les vallons où viennent se réunir tous ces filets d'eau, groupent les affluents et modèrent leur allure.

A l'entrée de chaque vallée principale, un système de canaux et de réservoirs règle le passage du liquide dans les conditions de lenteur et d'absorption voulues. Constamment surveillée, redressée par des épis, contenue par des pierrés ou des murs qui protègent les berges, la rivière poursuit sa course jusqu'à ce qu'elle rencontre, à son débouché dans la plaine, une grande et dernière digue, qui garantit le bas pays contre l'irruption subite des crues, et emmagasine leurs produits dans une série de bassins et de réservoirs communiquant entre eux par des vannes mobiles. Ainsi diminué, saigné pour ainsi dire, l'oued s'écoule vers la mer en hiver, sans faire de ravages; dans la saison chaude, au moment où le terrain se dessèche, les vannes des bassins s'ouvrent et permettent à l'eau recueillie au moment des fortes crues de rejoindre son lit naturel. On assure de cette manière l'alimentation constante de tout un système de canaux d'irrigation, dont les ramifications se subdivisent dans la plaine jusqu'aux rigoles et aux sillons, amenant à toutes les terres cultivables l'eau qui leur est nécessaire.

La distribution en est faite très exactement et d'après des lois fixes. Chaque propriétaire a le droit d'irriguer à son tour et pendant un certain nombre d'heures. Des règlements fort minutieux, affichés sur la place publique de chaque village et gravés sur des tables de pierre, indiquent la part qui revient à chacun, comme on fait encore aujourd'hui dans les oasis (Règlement de Lamasba). Le surplus, qui deviendrait nuisible s'il restait stagnant après imbibition du sol, est repris par un second système de circulation, inverse du premier, qui des sillons aux rigoles, des rigoles aux fossés, des fossés aux canaux, rassemble toutes les eaux inutiles dans un émissaire commun, et les jette à la mer.

Le principe est toujours le même : remédier à l'inégale répartition des pluies entre les saisons, en conservant pour l'été le superflu de l'hiver. L'application diffère suivant les régions et donne naissance à des types distincts de travaux d'irrigation.

Fig. 1. — *Barrage de Cillium (Kasserine) dans la Tunisie centrale.*
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

On ne rencontre, d'ailleurs, ce genre de travaux que là où l'eau tombe en quantité suffisante pour la culture des légumes et des céréales. Il y a, en Tunisie, de vastes régions qui n'ont pas été irriguées. La Byzacène presque tout entière [Région d'*Hadrumète* (Sousse) à *Tacape* (Gabès) fig. 5)] semble avoir été dans ce cas, bien que l'on puisse relever les traces de quelques barrages sur l'oued Baïech, sur l'oued Fekka, sur d'autres points encore. Dans les pays où ne pouvaient prospérer que les cultures de terre sèche, comme celle de l'olivier, les travaux d'irrigation étaient inutiles. Les Romains ont donc pu se livrer à ces cultures sans avoir à corriger les dispositions naturelles.

II. — Collection et adduction d'eau potable

La mise en valeur du sol exige plus ou moins d'eau suivant la nature des cultures; mais l'homme qui l'habite a partout besoin de la même quantité de liquide. L'alimentation constante et régulière des grandes agglomérations urbaines constituait un problème délicat, d'autant plus que les Romains ont systématiquement évité, en Afrique, de s'établir dans le voisinage immédiat des rivières et de les mettre à contribution pour fournir l'eau potable à leurs centres. Ce n'est jamais au milieu des plaines torrides, dans les bas-fonds humides où la fièvre règne en permanence, que l'on retrouve les restes de leurs grandes cités; ils se dressent sur les premiers contreforts des montagnes, sur des terrains en pente, bien asséchés, placés de préférence à l'entrée de vallons, où le courant d'air frais descendant des hauteurs balayait et purifiait constamment l'atmosphère. Ce même souci de l'hygiène qui les guide dans le choix de l'emplacement de leurs centres, les amène à préférer comme boisson à l'eau de rivière l'*eau de pluie*, de *sources* ou de *puits*. Suivant les cas, selon les ressources du pays et l'importance de l'agglomération qu'il faut pourvoir d'eau potable, c'est à l'un quelconque de ces moyens d'alimentation, ou aux trois simultanément, qu'ils ont recours par des travaux appropriés.

§ 1. — Captation et aménagement des sources.

Instruits par l'exemple des vieilles cités punico-berbères : *Vacca* (Béjà), *Bulla Regia* (Souk-el-Kémis), *Sicca Veneria* (Le Kef), *Capsa* (Gafsa), les Romains choisissent, pour fonder leurs centres de colonisation (fig. 5), les abords d'une source particulièrement abondante et pure. Celle-ci forme, à proprement parler, le cœur de la nouvelle cité, l'organe essentiel qui fait circuler la vie dans tous les membres. On l'aménage avec le plus grand soin; on construit des palais pour la recevoir, on lui dresse des arcs de triomphe sous lesquels elle passe en sortant du nymphée, comme à *Bulla Regia*, à *Sua* (près de Medjez-el-Bab), à *Aphrodisium* (région de l'Enfida). Autour d'elle, se groupent les principaux édifices de la cité, les plus riches habitations.

Fig. 2. — *Temple des eaux de Zaghouan.*
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Mais, lorsque le centre se développe, la source à laquelle il doit sa naissance, cesse de pouvoir faire face à ses besoins croissants. Les puits que l'on creuse sur place pour augmenter le débit de la nappe aquifère ne fournissent, malgré les dimensions colossales qu'ils atteignent parfois, notamment à *Oudna* et à *Enchir Maizr'a*, qu'un

appoint bientôt insuffisant. Il faut alors mettre à contribution les sources du voisinage, qu'on va parfois chercher fort loin. Les nouvelles sources captées sont conduites à la cité par monts et par vaux, problème singulièrement plus difficile à résoudre autrefois qu'aujourd'hui. S'il est certain, en effet, que les ingénieurs romains ont connu les propriétés du siphon, ils ne semblent pas avoir réussi à en tirer toutes les applications pratiques qu'il comporte, sans doute parce qu'ils n'avaient pas à leur disposition les grosses et solides conduites en ciment capables de résister à une pression considérable, que l'on emploie aujourd'hui pour les canaux de fort débit. S'ils se servent du siphon pour les tuyaux en plomb de faible diamètre, ils sont forcés de donner à leurs grands aqueducs maçonnés une pente uniforme, quels que soient la longueur du canal et les obstacles que le relief du sol oppose à son passage. Les montagnes qui barrent le chemin et qu'il est impossible de tourner, ils les percent par des tunnels : les vallées et les plaines ouvertes, ils les franchissent sur des arches colossales, les rivières sur des ponts étagés ; et les restes prodigieux de ces travaux d'art déroutent aujourd'hui notre imagination.

Le plus important et le mieux conservé de ces aqueducs est celui qui amenait à Carthage les eaux du *Mons Zeugitanus*. Construit, ou peut-être reconstruit en 125 par ordre de l'empereur Hadrien, il a pu être en partie restauré, et il alimente aujourd'hui la ville de Tunis. A l'endroit même où la source du Zaghouan jaillit du rocher, elle est captée dans le Temple des Eaux (fig. 2). Ce gracieux édifice, adossé à la muraille calcaire qui se dresse à pic derrière lui, est construit sur une plate-forme qui domine tout le pays : il a la forme d'un hémicycle, auquel on accède par deux escaliers latéraux, de part et d'autre d'un bassin élégant qui reçoit les eaux de la source avant leur sortie par l'aqueduc.

Fig. 3. — *Aqueduc romain ayant amené l'eau de Zaghouan à Carthage.*
Photographie de M. P. Gauckler. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Le sanctuaire de la divinité des eaux occupe le fond de l'hémicycle ; à droite et à gauche, les deux ailes forment un vaste portique en fer à cheval qui s'ouvre sur la terrasse intérieure par vingt-quatre arcades que garnissaient autant de statues.

Les massifs d'orangers, de cyprès, de platanes séculaires qui donnent aujourd'hui tant de grâce à

ces ruines, existaient sans doute autrefois déjà, formant autour du sanctuaire comme une sorte de bois sacré, et faisant valoir, par leur verdure opaque, la transparence de l'eau, la blancheur des colonnes, des statues de marbre qui se détachaient en clair sur les sombres rochers garnissant le fond du décor : séjour vraiment divin, et fait pour plaire à la nymphe mystérieuse dont la constante protection assurait par ses bienfaits la prospérité de Carthage.

Les eaux de Zaghouan quittaient ensuite le nymphée pour entrer dans l'aqueduc (fig. 3) et traversaient sur un parcours de 90 kilomètres un pays montagneux, coupé de plaines et de ravins; courant tantôt au niveau du sol, tantôt au-dessus ou au-dessous, elles étaient emprisonnées dans un conduit en blocage, recouvert d'une voûte percée, à intervalles réguliers, de regards (fig. 4) qui facilitaient le curage et les réparations : lorsqu'il était rempli jusqu'à la voûte, ce canal pouvait débiter près de 400 litres à la seconde, 32 millions de litres par jour.

L'aqueduc aboutissait au grand réservoir public du quartier des *Magalia* à Carthage. Cet édifice, qui abrite aujourd'hui un village dans ses ruines à demi effondrées, n'a, quoi qu'on en ait dit, rien de punique. Il ne diffère que par ses proportions plus vastes des réservoirs d'*Utique*, d'*Uthina*, de *Thugga* (Dougga), de *Sicca Veneria* (Le Kef). Leur plan est généralement conçu de manière à assurer le fractionnement de la masse liquide, ce qui permet de nettoyer alternativement les diverses parties du récipient, engorgées par les apports d'alluvion et les dépôts calcaires, sans entraver le fonctionnement de l'ensemble. Ils se composent d'une série de compartiments parallèles. Juxtaposés en longueur, ils communiquent entre eux par de petites portes basses et des lucarnes qui assurent l'équilibre de l'eau dans les divers bassins et suppriment les pressions latérales sur les cloisons intermédiaires. Les murs, en petit appareil, sont revêtus d'un épais enduit hydraulique, pouzzolane et tuileaux concassés, gâchés avec un ciment d'une solidité et d'une résistance extraordinaires. Ils supportent des voûtes en berceau, percées au sommet de regards circulaires qui aèrent l'édifice; l'eau se déverse dans les bassins par un orifice carré placé près de la voûte. Un dernier compartiment, en tout semblable aux précédents, mais qui leur est perpendiculaire, recueille les eaux parfaitement clarifiées; elles s'écoulent au dehors par des canaux maçonnés, à vannes et robinets de pierre, sur lesquels s'embranchent les tuyaux de conduite et de distribution en plomb. Diverses dispositions accessoires, *puits*, *escaliers*, *canaux de décharge*, facilitent la surveillance des bassins, assurent la circulation, l'aérage, la décantation des eaux, et règlent leur sortie.

Ce type de réservoir est le plus répandu parce qu'il est le plus simple ; il ne demande ni matériaux de choix, ni connaissances spéciales en stéréotomie ; il s'agrandit ou se réduit à volonté et se prête à tous les besoins, convenant aussi bien à la citerne particulière d'une habitation privée qu'aux réservoirs qui servent à l'alimentation de toute une cité.

On rencontre cependant sur certains points où la pierre abonde et où le relief du terrain s'y prête, des réservoirs construits sur un plan différent. L'eau se déverse dans un bassin unique rectangulaire. Sur le radier bétonné du fond se dressent 2, 3, 4 séries de piliers équidistants, en pierre de taille, qui soutiennent des voûtes d'arête, ou qui sont reliés entre eux par des arceaux surbaissés servant de support à des voûtes en berceau; dans l'épaisseur du mur d'enceinte court, à la hauteur de la naissance des voûtes, un couloir qui sert à la surveillance et au curage du bassin. C'est à *Uthina* que l'on rencontre les spécimens les plus caractéristiques de ce genre de réservoirs; ils sont généralement conjugués: pendant qu'on vide l'un pour le nettoyer à fond, l'autre continue à fonctionner.

On alimente ainsi les bassins publics (*lacus*), les fontaines (*salientes*), les bains (*balneæ*, *thermæ*, *lavacra*), même les maisons particulières. Dans certains centres importants comme à *Thysdrus*, l'eau était distribuée à domicile aux citoyens, qui en obtenaient la concession à de certaines conditions, probablement en payant une redevance consacrée à l'entretien des aqueducs : *Aqua coloniæ sufficiens et per plateas lacubus impertita domibus etiam certa conditione concessa.*

§ 2. — Aménagement des citernes.

Si abondante qu'elle pût être, l'eau de source n'aurait pas suffi à l'alimentation intégrale de toute une cité. Elle fournissait aux habitants leur boisson ; la pluie subvenait aux autres besoins de la vie de tous les jours; dans une cité comme *Uthina* (fig. 5) (Oudna), qui s'étendait sur près d'un kilomètre carré, pas une goutte tombant du ciel ne demeurait inutilisée. Les rues et les places publiques, dallées, versaient le produit des pluies dans les égouts, qui le conduisaient aux citernes publiques. Chaque maison avait sa citerne particulière, qu'alimentait l'eau qui découlait des toits recouverts de tuiles, des terrasses, des *cavædia* en mosaïque et de la cour; celle-ci était bordée d'un caniveau qui recevait les divers conduits et allait se déverser dans un puits de décantation communiquant avec un réservoir voûté et obscur parfaitement étanche. On y puisait l'eau par un puits à margelle de marbre, muni de seaux glissant sur des poulies.

Enfin, sur beaucoup de points de la Tunisie, les sources font totalement défaut, la pluie est l'unique

ressource. Celle qui tombait dans l'intérieur de la cité n'eût pas suffi aux habitants. Il fallait s'ingénier à augmenter l'étendue des surfaces étanches recevant l'eau du ciel pour la diriger vers les citernes. L'on mettait donc à contribution, dans la campagne environnante, toutes les couches de terrain imperméables placées au niveau du sol, ou à une faible profondeur. Les citernes de *Thapsus* (Mahedia), de *Thysdrus* (El-Djem), de la plupart des villes de Byzacène étaient alimentées par une série de puits recueillant l'eau drainée à la surface de la couche argileuse que recouvrent, sur deux ou trois mètres, des dunes sablonneuses jouant le rôle de filtre.

Dans les pays accidentés, notamment dans la région du Zaghouan, certains pitons rocheux impropres à la culture furent tout entiers transformés en plateaux récepteurs. L'exemple le plus curieux que l'on puisse citer est celui du Djebel M'rabba, crête abrupte et stérile qui domine la vallée supérieure de l'oued Melah, à quelques kilomètres au sud-est de *Vallis*. Sur les pentes méridionales de la montagne s'était établie, dans un endroit très favorablement exposé, mais privé d'eau potable, une bourgade romaine assez considérable, à en juger par l'importance des citernes publiques dont les restes subsistent presqu'intacts.

Elles pouvaient contenir plus de de 15.000 mètres cubes, exclusivement fournis par la pluie qui tombait sur les pentes du Djebel M'rabba et que recueillaient une triple série de barrages bétonnés : véritables chéneaux, étagés en hélice et qui se déversaient au bas de la montagne dans un réceptacle commun. C'est là ce que Tissot prenait pour les lacets de la route romaine de Vallis à Coreva [1]. Cette erreur n'ayant jamais été relevée jusqu'à ce jour, je crois devoir la signaler ici.

Ainsi, partout en Tunisie, même dans les contrées les plus déshéritées et les plus arides, les Romains ont réussi à assurer, par des travaux d'art appropriés au régime hydrographique spécial à chaque endroit, l'alimentation en eau des villes et des campagnes.

III. — Ports.

Mais, pour mettre un pays en valeur, il ne suffit pas de le rendre habitable et d'en fertiliser le sol : il faut aussi en faciliter l'accès et lui ouvrir des débouchés ; le doter de ports et de voies de communication qui permettent des échanges, favorisent le développement des relations commerciales, sans lesquelles un pays, même exclusivement agricole, ne saurait prospérer.

Fig. 4. — *Aqueduc de Carthage à voûte percée de regards.*
Photographie de M. P. Gauckler. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Par mer, les échanges sont faciles en Tunisie. Le littoral, d'un abord généralement malaisé, ne mérite cependant qu'à moitié le jugement pessimiste de Salluste : « Mer redoutable, côte inhospitalière ».

De *Thabarca* aux autels des Philènes se succèdent de nombreux ports (fig. 5), fréquentés de tout temps par les navigateurs grecs, phéniciens et romains.

L'œuvre ébauchée par la Nature a été perfectionnée par *Carthage*. Elle a su, avec une remarquable ingéniosité, aménager la côte pour y échelonner ses comptoirs. Les moindres refuges, les simples mouillages sont transformés par elle en ports bien clos, protégés par des jetées puissantes, parfois même, comme les cothons de *Carthage*, d'*Hadrumète* (Sousse) et de *Thapsus* (Mahedia), entièrement creusés à main d'homme.

[1] Tissot : *Géographie comparée de la province romaine d'Afrique*, II, p. 438. — Le plan des installations hydrauliques du Djbel M'rabba, et non Moraba, comme le porte la carte d'état-major, a été publié dans l'*Atlas archéologique de la Tunisie*, feuille d'Oudna, n° 54, d'une façon incomplète, qui ne permet pas de se rendre un compte exact du fonctionnement de ce système ingénieux d'alimentation.

Les Romains continuent et complètent l'œuvre de ceux qui furent leurs premiers maîtres dans l'art de la navigation ; mais, chercher à distinguer dans les restes actuels des ports antiques la part des Carthaginois et celle de leurs successeurs me paraît illusoire. La mer ronge sans cesse le littoral. L'on n'entretient un port qu'au prix de réfections continuelles. Jetées, môles et quais durent être bien des fois reconstruits au cours des longs siècles de leur fonctionnement. La maçonnerie des ruines qui subsistent aujourd'hui est toujours romaine, alors même que leur plan aurait été primitivement conçu par un architecte carthaginois.

L'activité des villes maritimes résume en elle toute la vie économique de la province : tout en part, tout y aboutit. De *Thabarca* sortent les lourds vaisseaux de charge qui vont porter à *Ostie* le marbre numidique des carrières impériales de Simitthu, les bois de construction et les bêtes fauves des *saltus* de la Khroumirie. Carthage est l'entrepôt des blés de l'annone, impatiemment attendue par le peuple de Rome : toutes les productions de la riche vallée du Bagradas se rassemblent sur ses quais d'embarquement. *Hadrumète* (Sousse) et les *emporia* de la petite Syrte fournissent à Rome l'huile de la Byzacène, nécessaire à ses thermes et à ses gymnases, et les chevaux de course qui remporteront la victoire sur ses hippodromes. *Tacape* (Gabès) et *Leptis Magna* attirent à elles, outre les produits des oasis, les denrées exotiques, les matières rares et précieuses, les éléphants et les esclaves que les caravanes amènent des régions lointaines et mystérieuses du Sud inconnu.

IV. — Réseau routier.

Le mouvement commercial, qui, des extrémités les plus reculées de la province, converge vers les ports, est facilité par la création et le développement d'un réseau routier (fig. 5), digne d'exciter l'envie de nos colons français.

Les traités et les cartes de géographie antiques, notamment l'*Itinéraire d'Antonin* et la *Table de Peutinger*, documents d'une valeur inestimable qui se complètent l'un l'autre, nous font connaître ce réseau dans presque tous ses détails.

D'ailleurs, il nous est souvent possible de contrôler sur place les renseignements qu'ils nous fournissent : sur beaucoup de points de la Tunisie, surtout dans les pays de montagne, où il suffit de la rupture d'un ponceau pour interrompre la circulation sur de grands parcours, l'on retrouve au niveau du sol des tronçons de voies romaines, si bien conservés qu'ils pourraient encore servir. Ils permettent d'étudier dans tous ses détails la technique des ingénieurs romains, la construction des routes, leur tracé, leurs ouvrages d'art, de comparer l'importance relative des diverses artères.

§ 1. — Colonnes milliaires.

Les colonnes milliaires, ces bornes kilométriques romaines, sont plus instructives que les nôtres : elles nous fournissent, pour ainsi dire, l'état-civil des voies qu'elles jalonnent. Elles se dressent de distance en distance sur le bord de la route, parfois encore debout et encastrées dans le socle rectangulaire qui en assurait la stabilité et les maintenait verticales. L'inscription gravée sur la colonne donne au passant tous les renseignements dont il peut avoir besoin. Tout d'abord, le chiffre des *mille*, indiquant, suivant les cas, la distance au point de départ, Carthage, ou à la ville voisine. Il est généralement surmonté d'une dédicace impériale qui rappelle la date de la création de la voie, ou celle des travaux de réfection qu'elle a subis. L'inscription fait parfois connaître, en outre, les difficultés qu'il fallut surmonter pour construire la route à travers monts, marais et cours d'eau, ou pour la réparer; elle dit par qui ont été faits les travaux, par les soldats de la 3e légion auguste ou par les habitants de la région, et donne les noms des personnages, gouverneurs de la province ou magistrats municipaux, qui furent chargés d'en surveiller l'exécution. Nous savons si la voie était de grande communication ou d'intérêt local, comprise ou non dans le réseau officiel de l'Empire, si c'est l'Empereur ou les cités desservies par elle qui en ont fait les frais, sur quels fonds ils ont été prélevés. Ce sont là des documents historiques de premier ordre, dont le nombre s'accroît tous les jours, et dont la découverte nous surprend parfois, en révélant l'existence de routes insoupçonnées, qui traversaient des gorges sauvages et désertes aujourd'hui, ou chevauchaient des crêtes escarpées presque inaccessibles. Peu à peu se complète la connaissance de ce réseau aux mailles si serrées que pas une bourgade n'était privée de voies de communication utilisables en tout temps.

§ 2. — Réseau des voies romaines.

Comme Rome pour le réseau routier de l'Europe, *Carthage* est en Afrique le principal point de départ des voies romaines qui s'étendent à l'ouest jusqu'à l'Océan, et qui, au sud, s'enfoncent jusqu'au cœur du Sahara.

C'est d'abord la grande voie du littoral (fig. 5), qui utilisait probablement une ancienne route phénicienne et aboutissait à *Hippo Regius* (Bône), en passant par *Bizerte*, la vallée de l'Oued-Sedjnan, *Thabarca* et *La Calle*. Nous ignorons la date de sa construction, mais nous savons qu'elle fut restaurée en 76, sous Vespasien, par le légat impérial Q. Egnatius Catus.

Gravé par A. Simon, 12, rue Nicole. Paris

Fig. 5. — *Carte monumentale et routière de la Tunisie Romaine.*

(Pour la correspondance des lieux, comparez cette carte à la carte politique actuelle que représente la figure 1 de l'article suivant de M. Bertholon.)

Une autre voie se dirige également vers *Hippo Regius*, mais en passant au milieu des terres ; elle dessert la rive gauche de la Medjerda, avec les grandes villes de *Thuburbo Minus* (Tébourba), *Bulla Regia* (Souk-el-Kémis), *Simitthu* (Chemtou).

La voie de pénétration la plus importante est celle qu'achevèrent, en 123, sous le règne de l'empereur Hadrien, les troupes de l'armée d'Afrique, dirigées par leur légat, pour relier *Carthage* à *Theveste* (Tébessa), la capitale civile de l'Afrique à la capitale militaire. Cette grande artère, longue de 197 milles, soit 275 kilomètres environ, est l'objet des constantes préoccupations des empereurs : Caracalla, Macrin, Maximin, Gordien, Philippe, Decius, Gallus et Volusianus, Aurelianus, Tacitus, Probus, Dioclétien, Constant, Julien, 14 empereurs en 250 ans, et d'autres encore peut-être que nous ignorons, la font réparer en tout ou en partie ; elle sert jusqu'aux derniers temps de l'occupation byzantine. Son importance économique est aussi grande que son intérêt stratégique : voie naturelle, elle dessert les régions les plus fertiles, les plus peuplées de la Tunisie, qu'elle traverse en diagonale par *Membressa* (Medjez-el-bab), *Tichilla* (Testour), *Thignica* (Aïn-Tounga), *Thubursicum Bure* (Teboursouk), *Sicca Veneria* (le Kef), *Althiburus* (Medeina), *Ammædara* (Haidra).

Enfin, une quatrième voie sur le littoral, au sud de Carthage, coupant le cap Bon, touche à *Pupput* (Souk-el-Abiod), à *Hadrumète* (Sousse), aux villes du Sahel, des oasis côtières, et se prolonge ensuite jusqu'à *Tripoli* et *Leptis Magna* (Lebda) sur une longueur de 823 kilomètres, tandis que les rives méridionales des chotts sont desservies par une ligne qui aboutit à *Tacape* (Gabès). D'autres routes croisant les premières complètent le réseau de grande communication.

Quant aux innombrables chemins d'intérêt local qui s'intercalent entre ces grandes voies, allant d'une ville à l'autre, desservant des bourgades, des hameaux, des fermes, il faut renoncer à les énumérer ici. Sur la carte routière de la Tunisie antique, chaque ville un peu importante apparaît comme une étoile qui rayonne dans toutes les directions. La création de nouveaux centres amène celle de nouvelles routes ; en même temps on améliore les anciennes, on rectifie les tracés défectueux ; en 217, sous Macrin, on ouvre une ligne directe d'*Inuca* (Enchir Rekba) à *Turris* (Enchir Djemel), à seule fin d'abréger de 4 milles la distance qui séparait ces deux villages, déjà desservis par un autre chemin.

Fig. 6. — *Pont de Suffetula (Sbeitla), ayant aussi servi d'aqueduc.*
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

§ 3. — Travaux d'art relatifs aux routes.

Routes et chaussées traversent souvent des pays très accidentés qui nécessitent de nombreux travaux d'art. Dans les terrains argileux et mouvants, sur le bord des ravins affouillés par les eaux, les voies sont protégées par des murs de soutènement. Des fossés de drainage les garantissent contre le ruissellement, des ponceaux livrent passage aux moindres ruisseaux que croise la route. Des ponts sont jetés sur les torrents et les fleuves (fig. 6). Quelques-uns subsistent presque intacts ; tels sont le pont de l'Oued-Djilf près de Foum-el-Afrit, ou celui de l'Oued-Beja, sur lequel passait la voie de Carthage (fig. 7).

L'entretien de tous ces travaux publics est assuré soit par l'administration impériale, soit par les communes. Les réfections sont fréquentes, comme

le prouvent les inscriptions des bornes milliaires. En outre, tout est prévu pour faciliter la circulation des hommes et des marchandises, des courriers et du roulage. De distance en distance, des citernes publiques, analogues à nos *sebbalas*, alimentent des abreuvoirs pour les bêtes de trait et pour les troupeaux. Des hôtelleries (*tabernæ*), que protègent dans le sud des postes fortifiés, offrent la nuit leur abri aux voyageurs.

V. — Densité de la population.

Un réseau de voies de communication aussi complet, aussi parfaitement aménagé suppose une circulation très active, par suite une population très dense.

Bien qu'il soit difficile d'énoncer un chiffre précis pour une époque déterminée, il est certain que la Tunisie, parvenue à l'apogée de sa propérité aux 2e et 3e siècles de notre ère, nourrissait plus du double, peut-être le triple d'habitants qu'aujourd'hui. Dans la vallée de la Medjerda, aux environs de Dougga, de Sbeïtla, d'Haïdra, de tant d'autres cités dont les emplacements sont aujourd'hui déserts, l'on rencontre les ruines de centres importants aussi pressés que les villages aux environs de Paris, les restes de fermes et de grandes exploitations agricoles, pour ainsi dire à chaque pas.

Les diverses régions de la Tunisie romaine n'étaient évidemment pas toutes aussi peuplées. La population se pressait surtout sur les points où le régime hydrographique et le climat favorisaient particulièrement le développement de la colonisation. D'autres causes, mal connues jusqu'ici, mais dont les récentes découvertes géologiques de la Tunisie viennent de faire ressortir l'importance, ont encore une influence aussi considérable sur la répartition des habitants suivant les régions.

La richesse phosphatière du sol explique comment certaines régions, déshéritées en apparence, ont pu cependant nourrir une nombreuse population. Dans les environs de Thala (fig. 5), il suffit d'une bonne récolte en quatre ans pour faire vivre le cultivateur, deux le mettent à son aise ; avec trois, il est riche. Sur les plateaux du centre et de l'ouest de la Tunisie, l'on pourrait presque dresser la carte des gisements de phosphates d'après la densité des habitants à l'époque romaine.

Mais il faudrait, pour cela, pouvoir évaluer cette densité avec une exactitude suffisante. Or, nous ne possédons d'éléments d'appréciation approximative que pour la population urbaine : il est impossible d'en tirer aucune conclusion relative à la population rurale. La répartition des habitants entre les villes et les campagnes n'obéit à aucune loi fixe. Elle varie d'un endroit à l'autre, suivant les régions.

Dans les terres sèches, où l'eau de pluie, fort rare, est l'unique ressource, et où l'on cultive principalement l'olivier, l'agriculteur a surtout intérêt à vivre au centre de ses plantations : la population se dissémine sur toute la surface du sol dans des fermes isolées, ayant chacune sa citerne, qui suffit à son alimentation. Tel est le cas pour la Byzacène. Au contraire, dans les pays où l'irrigation est possible, où les cours d'eau et les sources abondent, mais demandent, pour être utilisés, des travaux d'aménagement considérables, c'est le principe de l'association qui prédomine : les habitants, trop

Fig. 7. — *Pont de Tibère, près Béja.*
Photographie de M. P. Gauckler. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

faibles s'ils restent isolés, pour agir avec efficacité sur le régime hydrographique, se groupent en vue d'une action commune qui doit profiter à chacun. Autant de villes africaines, pourrait-on dire, autant de syndicats agricoles.

VI. — Villes et édifices publics.

Le nombre des villes est grand, surtout dans les vallées et sur les hauts plateaux du Nord et du Centre, mais leur aspect devait peu varier. Quelle que soit leur origine, ces cités se ressemblent toutes et paraissent taillées sur le même patron. Les vieilles capitales, numides et libyques, *Bulla Regia*, *Sicca Veneria*, *Capsa* sont les plus empressées à effacer, dès les premiers temps de la conquête romaine, toutes les traces d'un passé pourtant glorieux. Le soin extrême que les Romains mettaient à respecter les coutumes et les institutions locales, n'a d'égal que la hâte de ceux-ci à s'en débarrasser pour endosser la livrée des nouveaux maîtres.

Fig. 8. — *Arc de triomphe d'Aphrodisium (Région de l'Enfida).*
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Chaque bourgade africaine aspire à devenir un municipe, une commune de plein exercice, comme on dirait en Algérie. Elle veut pouvoir se parer du titre de *respublica* sur les documents officiels : elle veut avoir ses magistrats, ses prêtres, son conseil de décurions, qu'elle appelle *splendidissimus ordo*, comme s'il s'agissait du sénat de Rome. Rome est la Ville par excellence, celle à laquelle toutes les autres s'efforcent de ressembler non seulement dans leur administration, mais dans leurs monuments publics. Chacune voudrait être une petite Rome.

§ 1. — Édifices affectés à la vie politique.

Le caractère des cités d'Afrique s'accuse dès l'entrée. La porte est un *arc de triomphe* (fig. 8), généralement dressé en l'honneur d'un empereur. Les monuments de ce genre sont très nombreux en Tunisie et présentent une grande variété de types, depuis la simple arcade peu épaisse et sans ordre d'architecture jusqu'à la lourde porte à triple baie, ornée de pilastres et de colonnes qui supportent le fronton surmonté d'un quadrige et encadrent des niches garnies de statues impériales.

Après avoir traversé l'arc de triomphe qui se dresse à l'entrée, l'on suit une large voie dallée et bordée de trottoirs, et l'on arrive au centre de la cité, au *forum*. Chaque cité africaine avait son forum : ici ce sont des textes épigraphiques qui nous en révèlent l'existence, comme à Henchir Oudka, à Pupput; là, les restes des portiques et des temples adjacents nous en désignent l'emplacement sur le sol : le déblaiement de plusieurs d'entre eux a déjà été tenté avec succès, à Gighthis, à Zita, à Simitthu. En comparant les renseignements qui résultent de leur étude avec ceux que nous fournit celui de Timgad (Algérie), l'un des plus complets et des mieux conservés que nous connaissions, nous pouvons nous représenter l'aspect d'un forum de petite ville africaine au temps des Antonins ou des Sévères.

Il se compose essentiellement d'une aire dallée, surélevée, à laquelle on accède par un escalier et autour de laquelle court un portique à colonnes. C'est un lieu de réunion pour les habitants de la ville : les désœuvrés viennent s'y promener, flâner sous les arcades en causant des nouvelles locales, jouer à la marelle sur le bord des trottoirs. C'est aussi, comme à Rome, le siège de la vie politique de la cité. On y fait les élections; on y rend la justice, on y règle les affaires d'argent; c'est là que se donnent les grandes fêtes, les repas publics avec sportules et distributions de cadeaux. Autour de la place se dressent les édifices appropriés à ces divers besoins : Bourse pour les commerçants, Basilique pour les juges, Trésor de la cité, Curie où se tiennent les séances du Conseil municipal, école primaire tenue par le *litterator*, boutiques pour les changeurs, les magistrats, et latrines publiques. Sans cesse on agrandit, on répare le forum : on l'entoure de trottoirs et de nouveaux portiques; on embellit ses rostres et son tribunal; on l'encombre de statues dédiées aux empereurs et aux princes de

Fig. 9. — *Capitole de Thugga* (*Dougga*, près de Teboursouk).
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

la famille impériale, aux gouverneurs de la province, aux patrons du municipe ou de la colonie, à tous les personnages qui pouvaient l'aider de leur influence, et aussi aux simples citoyens qui lui faisaient honneur par leurs mérites ou par leur fortune.

§ 2. — **Temples et Basiliques.**

Aux abords du forum se dresse, comme à Rome, le sanctuaire dédié à Jupiter, Junon et Minerve. Le mieux conservé de ces capitoles africains est le temple corinthien de Dougga (fig. 9). Admirablement proportionné et d'une grande richesse, il est placé dans une situation telle qu'on le voit de partout : il domine toute la vallée de Teboursouk. Mais c'est surtout lorsque, montant à Dougga par le sentier d'Aïn-Hedja, on l'aperçoit à distance, profilant sur le bleu du ciel ses sveltes colonnes cannelées et le triangle de son fronton doré par le soleil, que l'on saisit dans toute sa beauté l'harmonieuse élégance, l'eurythmie de ses lignes rendue plus saisissante encore par le contraste qu'offre la forme pure et claire de l'édifice avec les masures sombres dont l'amas confus s'étage à ses pieds.

D'autres capitoles, dont je crois être le premier à signaler l'existence, ceux d'*Althiburus*, d'*Abthugni* (Henchir Souar), de *Vallis* présentent des dispositions particulières et typiques que leur rareté me fait un devoir de noter ici. Ce sont des temples grecs, construits sur le plan habituel, mais accostés, en outre, de deux chapelles latérales, comme si l'on avait réservé dans le même édifice, à chacune des divinités de la Triade capitoline, un sanctuaire qui lui fût spécialement réservé.

Ailleurs, à *Suffetula* (Sbeïtla) la séparation est plus complète encore : les trois temples dont l'ensemble paraît former le Capitole constituent des touts indépendants, qui ne sont plus reliés l'un à l'autre que par des arcades monumentales (fig. 10).

Cependant le nombre des temples africains qui présentent quelque originalité est très restreint. Ceux dont le plan s'écarte du type gréco-romain habituellement adopté sont presque toujours consacrés à des divinités appartenant en propre à l'Afrique et qui représentent l'union des diverses races du pays sur le terrain de la religion. Cette union est obtenue par un simple changement d'étiquette : Tanit la carthaginoise prend le nom et les attributs de la Junon Céleste (*Cœlestis*); Saturne, le seigneur Saturne (*Saturnus dominus*), n'est autre que l'antique Baal Hàman romanisé. Leurs sanctuaires, au Bou Kournein et à Dougga, rappellent, par leur emplacement et leurs dispositions, les traditions orientales du culte primitif, lorsqu'on adorait la divinité sur les hauts lieux, dans un enclos consacré, un *temenos* à ciel ouvert, où s'entassaient, autour de la table réservée à l'immolation des victimes, les stèles votives dues à la piété des dévots.

Mais, la plupart des sanctuaires africains sont consacrés à des dieux du Panthéon gréco-romain, surtout Apollon et Diane, Hercule, Esculape, Mercure, Vénus, *Liber Pater*, et les Cérès (*Cereres*). Ils sont construits sur le modèle des édifices religieux de la Grèce et de Rome et reproduisent presque toujours le même type : qui en connaît un, les connaît tous.

Fig. 10. — *Temples de Suffetula (Sbeitla).*
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

A partir du milieu du IIIe siècle, l'on n'en construit plus guère. Ils disparaissent à mesure que le christianisme se développe : les uns sont désaffectés, d'autres font place à de somptueuses basiliques chrétiennes, construites parfois à leurs dépens.

C'est ainsi que le Dar el Kouss du Kef, la basilique de Saint-Pierre de *Sicca Veneria* (fig. 11), que le Service des Antiquités de Tunisie vient de faire déblayer et d'identifier, fut bâti au Ve siècle avec des matériaux provenant d'un temple de la Piété de l'Empereur (*Pietas Augusta*).

Les ruines des basiliques se rencontrent fréquemment sur le sol de la Tunisie. Le nombre de celles qui ont déjà été reconnues est considérable. Il s'accroît chaque jour à mesure que l'exploration archéologique du pays se complète. Elles sont de toutes les tailles, elles affectent toutes les formes, depuis l'humble église de village, qui reproduit la basilique païenne, rectangulaire avec une abside au fond et deux rangées de colonnes séparant la nef des bas côtés; depuis les chapelles trifoliées comme celle de Ksar Hellal dans la vallée de la Siliana, ou quadrifoliées comme celle de Maâtria, — jusqu'à l'immense basilique métropolitaine de Damous el Karita à Carthage avec son atrium à ciel ouvert, ses portiques, son baptistère et ses sacristies.

Fig. 11. — *Basilique byzantine de Saint-Pierre à Sicca Veneria (Le Kef).*
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

§ 3. — Théâtres et Hippodromes.

A côté des édifices publics affectés à la vie politique et religieuse de la cité, d'autres, aussi nombreux et plus luxueux encore, étaient consacrés aux plaisirs. Les Romains de Tunisie, comme ceux de la Ville Éternelle, ne pouvaient se passer de jeux et de spectacles. Ils se passionnaient pour les représentations dramatiques, les mimes, les luttes d'athlètes, les combats de gladiateurs et de fauves, les courses de chevaux ou même de chameaux. On s'étonne aujourd'hui de retrouver dans les ruines d'infimes bourgades les restes d'un théâtre, d'un cirque, d'un hippodrome. Ces édifices se bornent en général à reproduire le plan et les dispositions des types gréco-romains connus; mais ils surprennent par leur nombre, leur richesse, leurs proportions énormes.

Le plus colossal, l'amphithéâtre de *Thysdrus* (El Djem), se dresse au sommet d'une colline qui domine au loin toute la plaine environnante (fig. 12). Il écrase de sa masse gigantesque le misérable village arabe construit à ses pieds avec ses débris. Presque aussi haut que le Colisée de Rome, auquel il ressemble beaucoup, il décrit une vaste ellipse dont le grand axe mesure 150 mètres environ, le petit

axe 125. Il avait quatre étages, dont trois subsistent en partie. L'intérieur du monument a beaucoup souffert du temps et de la main des hommes : les escaliers se sont effondrés ; les gradins ont été arrachés. Malgré cela, l'aspect grandiose et la belle ordonnance de l'ensemble suffisent à produire une impression saisissante de grandeur et de force.

C'est, au contraire, par l'élégance de ses proportions et la grâce de son décor que se distingue le théâtre de *Dougga* (fig. 13). Il est admirablement conservé. Les vingt-cinq rangées de gradins de l'hémicycle sont presque toutes intactes. Elles étaient couronnées par un portique actuellement écroulé, d'où l'on embrassait d'un coup d'œil : l'ensemble de la salle ; l'orchestre pavé de mosaïques et encombré de bases honorifiques supportant des statues ; la scène richement ornée ; le mur du fond avec ses trois absides, ses portes, ses escaliers, ses colonnades, et, par delà, l'admirable panorama qu'offrait la vallée de l'Oued Khalled avec ses villas étagées et ses jardins au premier plan, ses champs de blé, ses forêts d'oliviers, ses bourgades éparses dans le lointain et le cirque de montagnes bleuâtres qui ferme l'horizon.

Le théâtre de Dougga avait été offert en cadeau par un citoyen de Dougga, L. Marcius Quadratus, à sa ville natale. Il en est de même pour presque tous les autres édifices de cette cité. Le temple du Capitole avait été construit aux frais de L. Marcius Simplex Regillianus ; L. Octavius Victor Roscianus avait fait élever le temple de Saturne ; Q. Gabinius Rufus Felix Beatianus Liberalis, celui de Cælestis. L'hippodrome était dû à la générosité de T. Œbutius Honoratus et de P. Sabonius Institor.

Ce fait n'est point particulier à Dougga. Il se reproduit dans toutes les cités africaines. Il y a entre elles comme une émulation de magnificence. Chacun veut que sa patrie soit la plus somptueuse, qu'elle ait plus grand air que ses voisines. Tous s'appliquent, dans la mesure de leurs ressources, à l'embellir et à l'orner. Les plus riches font construire un temple, un cirque, un théâtre ; d'autres, moins favorisés de la fortune, se contentent d'une chapelle, d'une porte triomphale, d'un exèdre sur le forum ou d'une modeste fontaine.

Fig. 12. — *Amphithéâtre romain à Thysdrus (El-Djem).*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

VII. — Édifices privés.

Le luxe des édifices privés répond à celui des monuments publics. Ces édifices sont de deux sortes : les uns abritent les vivants ; les autres, les restes des morts.

§ 1. — Habitations.

Les habitants de l'Afrique ont appris des Romains à se procurer dans leur maison, leur « home », le bien-être matériel qui permet de braver les rigueurs du climat, et les jouissances artistiques qui donnent du prix et du charme à la vie. A ce point de vue nous aurions beaucoup à apprendre à leur école, ne fût-ce que pour construire et aménager nos fermes françaises conformément aux règles de l'hygiène dans les pays chauds.

Les maisons romaines, dont mes fouilles d'Oudna (*Uthina*) ont fait connaître plusieurs types, sont toujours vastes et bien aérées : elles s'étendent tout en surface, n'ayant le plus souvent qu'un simple rez-de-chaussée. Leur plan rappelle celui des habitations gréco-romaines de Pompéi, avec quelques modifications qui annoncent déjà les dispositions de la maison mauresque.

La porte d'entrée, d'aspect monumental, ne donne accès que dans une première pièce dallée de grandes dimensions, analogue à la *driba* tunisienne, qui sert de salle de réception pour les étrangers. Elle est isolée du reste du logis, avec lequel elle ne communique que par une porte dérobée.

Les appartements privés sont distribués autour d'une cour centrale rectangulaire, ornée de fontaines, d'arbustes et de fleurs, et ceinte d'un péristyle ou portique couvert. Les divers corps de logis se décomposent en une série d'*atria*, dont les dispositions varient, et dont l'extraordinaire abondance est une des caractéristiques de la maison africaine. Grâce à toutes ces cours à ciel ouvert, l'air et la lumière circulent partout librement, tandis que des eaux vives, jaillissant de fontaines dans des vasques en marbre, alimentent des bassins de formes variées, et entretiennent la fraîcheur des appartements. Ceux-ci sont aménagés de façon à combattre la chaleur, la poussière et les insectes. Pas de parquets ni de boiseries, peu de tapis, de tentures, peu de meubles : partout de vastes surfaces planes et imperméables, faciles à nettoyer et susceptibles de fréquents lavages. Le rôle de l'artiste décorateur consiste à varier l'aspect de ces plans uniformes, à les rendre agréables à l'œil, tout en leur conservant les qualités hygiéniques requises.

Les Maures d'Afrique ont aujourd'hui résolu ce problème en revêtant le sol et les parois intérieures de leurs habitations de carreaux de faïence aux vives couleurs, aux gracieuses arabesques. C'est grâce à son utilité pratique que l'industrie des *zliss*, importée en Tunisie par les Andalous (Andless) et dont le secret est en train de se perdre, prit aux siècles passés un si remarquable développement.

Fig. 13. — *Théâtre de Thugga* (*Dougga*).
Photographie de M. Sadoux. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Au lieu de faïence, les Romains employaient la mosaïque, le plus solide, le plus commode des pavements et qui serait encore actuellement le plus pratique, s'il n'était pas si dispendieux. La question du prix de revient avait moins d'importance autrefois. La matière première était à pied d'œuvre, fournie par les carrières impériales de marbre précieux,—celles de Chemtou, du Filfila, d'Ain Tekbalet dans la province d'Oran,—offrant toutes les gammes des nuances les plus délicates et les plus rares. La main-d'œuvre, si onéreuse aujourd'hui, ne coûtait

presque rien, étant fournie par les esclaves. Aussi les Romains ont-ils fait servir la mosaïque aux usages les plus variés dans la décoration de leurs appartements. Elle recouvre non seulement le sol, mais aussi les murs et les voûtes des salles, alternant dans ce dernier cas avec les fresques, les peintures à l'encaustique et les stucs ouvragés, ciselés au fer comme les *noukch hadida* mauresques. Plus ou moins fine et compliquée de dessins selon les cas (fig. 14), elle forme le pavement des corridors, des antichambres, des communs, comme aussi celui du *triclinium*, de l'*œcus*, des salons d'apparat, des piscines et des bassins.

Les salles de bain sont un des éléments essentiels de l'habitation romaine : on les trouve parfois groupées dans un pavillon spécial, tel que les thermes privés des *Laberii*, que j'ai découverts à Oudna (*Uthina*). Le centre de la construction est occupé par un vaste hall voûté, divisé en trois nefs par des colonnes de marbre : lieu de réunion et de repos qui donne accès aux piscines d'eau froide et aux bassins de natation, tandis que d'autres salles, où l'on passe successivement par les divers degrés de chaleur humide comme dans nos hammams actuels, sont réservées aux bains de vapeur. Diverses pièces plus petites avec galeries, exèdres et portiques servent à la promenade, aux jeux, à tout ce qui fait des bains l'une des occupations les plus absorbantes et les plus compliquées de la vie antique.

De nombreuses dépendances, aux toits pointus, recouvertes de tuiles rouges, comme nos fermes françaises, entourent la maison du maître : elles sont habitées par les intendants, les fermiers, le chef du troupeau et le forestier [1] ; les serviteurs et les esclaves s'abritent tant bien que mal sous de misérables gourbis en chaume. Puis viennent les bâtiments de l'exploitation rurale, les écuries pour les chevaux de course, de selle, de trait ou de labour, les étables pour les bestiaux ; les pressoirs à olives aux proportions monumentales, dont les restes innombrables peuplent aujourd'hui les vastes solitudes de l'ancienne Byzacène ; les moulins à farine, les cuves pour fouler le raisin, les celliers et les magasins où l'on retrouve parfois encore en

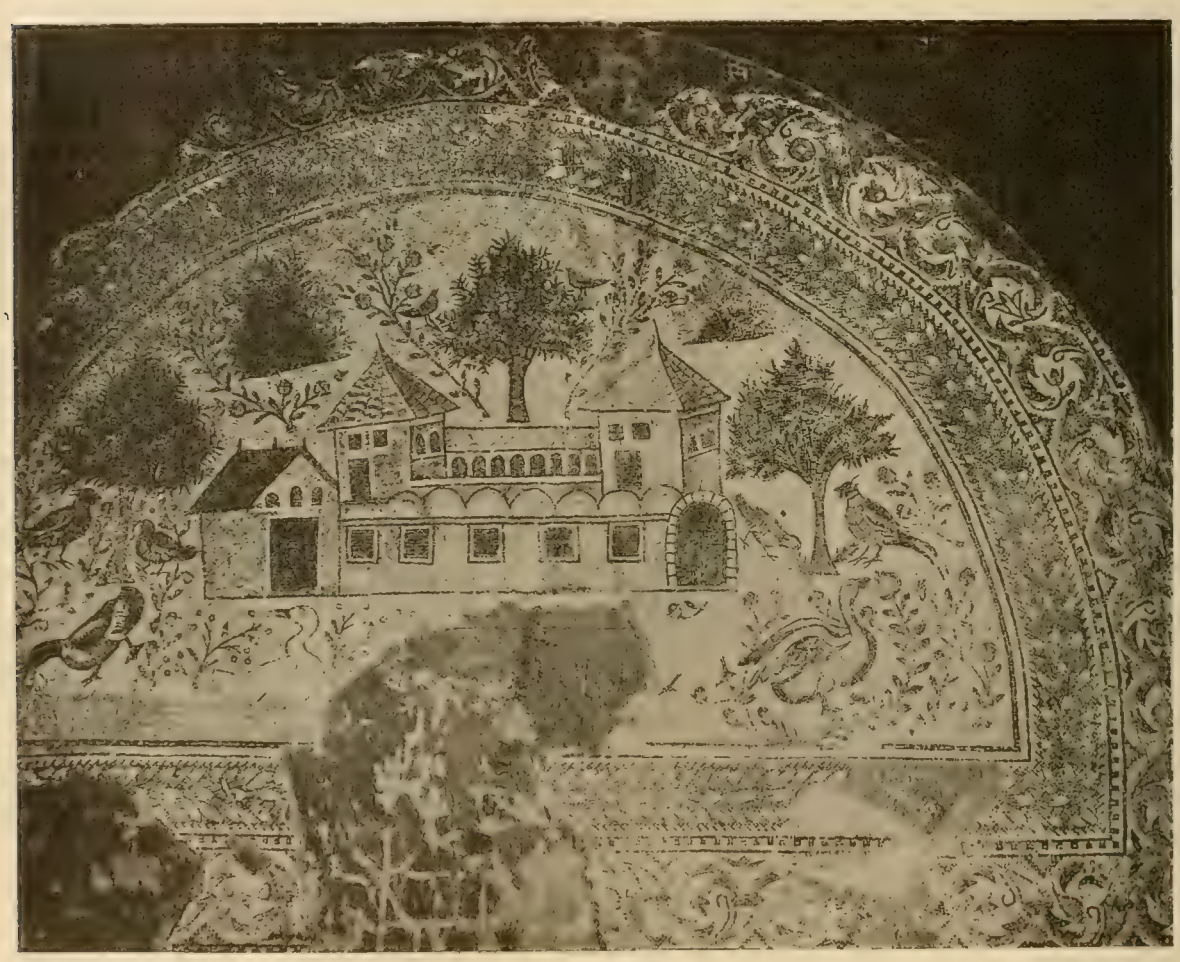


Fig 14. — *Mosaïque trouvée dans les ruines d'une maison romaine à Tabarka.*
Photographie de M. Pradère. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

[1] *Pecuari locus, saltuari janus*, disent les mosaïques de l'Oued-Athmenia.

place les amphores à deux anses qu'on remplissait d'huile ou de vin et les énormes jarres qui servaient à conserver les céréales.

§ 2. — Tombeaux.

Au luxe des demeures que les Romains d'Afrique habitaient pendant leur vie, correspond celui de leurs tombeaux. Chez eux, la cité des morts n'a rien à envier à celle des vivants. Les plus déshérités ont souci d'assurer le repos de leurs cendres, soit dans un de ces vastes *colombaires* (fig. 15) construits à frais communs par des associations de petites gens, et où chacun a droit, après sa mort, à une niche, soit de préférence dans une tombe isolée, où l'on puisse déposer, à côté du défunt, une lampe, quelques vases et fioles à parfums, des bijoux et des amulettes, tout un mobilier funéraire qui lui appartienne en propre. Le nombre de ces monuments funéraires est infini, comme aussi la variété de leurs types.

Fig. 15. — *Mausolee pyramidal (colombaire) de Maktar.*

Photographie de M. Sadoux. — Phogravure des Imprimeries Lemercier.

VII. — Destruction de la civilisation matérielle.

L'abondance et le luxe de tous ces monuments publics et privés sont l'indice d'une grande richesse. Ils montrent la merveilleuse prospérité de la province d'Afrique sous la domination romaine.

Mais cette prospérité, résultant de la mise en valeur totale d'un pays exclusivement agricole, n'est que le fruit d'une longue patience. Il a fallu, pour l'obtenir, plusieurs siècles d'un labeur incessant et, sur toute l'étendue d'un sol méthodiquement et progressivement aménagé, des milliers de travaux d'art. Le jour où les invasions, les guerres civiles, les révolutions religieuses, tous les troubles qui bouleversent l'Empire à partir de la fin du IIIe siècle, absorbèrent l'énergie des habitants et la détournèrent de la lutte contre la nature hostile, la décadence commença.

Puis vint la conquête arabe, le dépeuplement du pays, l'abandon, et l'œuvre de destruction, commencée par les hommes, se poursuivit d'une façon lente et sûre sous l'action malfaisante du temps. Ce pays d'Afrique, où la vie n'est qu'un perpétuel combat contre les éléments, obéit désormais à un peuple qui subit la destinée au lieu de se l'asservir. Les Arabes n'ont presque rien détruit en Tunisie, mais ils n'ont rien entretenu.

Peu à peu les derniers travaux d'aménagement qui assuraient la mise en valeur du sol ont cessé de fonctionner. Délivrée de ses entraves, l'eau a recommencé ses érosions néfastes, auxquelles rien n'échappe. Que l'on y joigne l'action destructive de la chaleur et de la gelée, des vents, des tremblements de terre, et l'on comprendra comment la Tunisie a passé de sa splendeur passée à sa misère présente.

L'archéologie explique les causes de cette décadence et fournit les moyens d'y remédier. Elle nous donne une double leçon de confiance et de sagesse : elle confirme nos espérances et notre foi en l'avenir, en prouvant qu'un peuple énergique et tenace, établissant son pouvoir sur un pays où ses nationaux demeurent à l'état d'infime minorité, peut néanmoins réussir à le pénétrer tout entier de son influence morale et à le transformer matériellement du tout au tout. Et, comme elle nous montre en même temps ce qu'une telle œuvre exige de travail méthodique et de persévérance pour être créée, de vigilance pour être maintenue, elle nous met en garde contre les ambitions démesurées, les enthousiasmes irréfléchis et éphémères qui sont si souvent la source des pires déceptions.

P. Gauckler,
Agrégé d'Histoire et de Géographie,
Inspecteur général du Service des Antiquités et des Arts de la Régence, à Tunis.

LA POPULATION ET LES RACES EN TUNISIE

I. — Coup d'œil sur le peuplement de la Tunisie.

A divers stades de l'Histoire, la Tunisie a subi l'invasion de races qui ont contribué à la formation de sa population actuelle. Nous ne pouvons indiquer qu'à grands traits la part de chacune dans le peuplement du pays.

§ 1. — Premiers habitants.

On ne sait rien de précis sur les premières races de l'Afrique du Nord[1].

Vers la fin de la période de la pierre polie et au commencement de l'âge du bronze européen, les indigènes semblent s'être réfugiés les uns aux confins du désert, les autres dans des montagnes peu accessibles comme celles de la Khroumirie, refoulés par l'invasion de tribus guerrières et nomades. Ces tribus appartenaient à la race Ibère (dolychocéphale[2]), qui a peuplé tout le pourtour de la Méditerranée occidentale. Elles ont prospéré dans l'Afrique du Nord au point d'y former les trois-cinquièmes de la population. C'est à elles que se rattachent les Numides, encore représentés dans le pays par de nombreux descendants à face longue ou dysharmonique.

Environ deux mille ans avant notre ère, ces races subirent elles-mêmes l'agression d'envahisseurs à tête ronde (brachycéphales), appelés Celto-Ligures, qui émigraient d'Europe, probablement de la vallée du Danube. Ces nouveau-venus s'implantèrent si bien dans l'Afrique du Nord que, quinze cents ans avant Jésus-Christ, ils se trouvèrent en état d'attaquer la puissante Égypte. Les monuments égyptiens nous donnent le récit des faits de guerre de ces Européens, les noms de leurs tribus, les portraits de leurs chefs avec les détails de leur costume, jusqu'à leurs tatouages fidèlement reproduits. D'après les caractères anthropologiques conservés par leurs descendants, on peut dire que ces Européens ont colonisé le littoral des Syrtes et le Sahel tunisien actuel, pour ne nous occuper que de la Tunisie. Ce seraient les Libyens de l'histoire.

Des tribus de blonds avaient suivi ces brachycéphales. Comme dans l'ancienne Celtique, ils s'étaient mélangés avec eux. Néanmoins, certains de leurs descendants, cantonnés sur les massifs montagneux et les plateaux, tels que l'Aourès et les plateaux élevés du centre de la Tunisie, ont conservé les caractères de leur race moins altérés. Ce sont les Tamahous. Ils se nomment encore, en leur langue, les Tamazigh[1].

§ 2. — Immigration Phénicienne.

C'est à ce peuple de civilisation dite *égéenne* que s'adressèrent les marins Sydoniens, puis Tyriens, désireux d'acheter des terrains en Afrique pour y entreposer leurs marchandises. Carthage, que ces négociants fondèrent, ne fut, dans les débuts, qu'un misérable comptoir commercial. Les colons Tyriens payaient un tribut (enzel) aux rois Libyens possesseurs du pays. Ils dominèrent l'Afrique du Nord, mais elle ne fut jamais pour eux une colonie de peuplement. Les colons Chananéens constituèrent peu à peu dans chaque ville une aristocratie. Les Égéens se modelèrent sur ce groupe. Il y eut des alliances entre les deux sociétés. Un échange d'idées et de coutumes en résulta. Le Panthéon égéen pénétra celui des Phéniciens, et réciproquement. Ceux-ci adoptèrent des rites locaux, tels que l'incinération, les ensevelissements secondaires, la cynophagie, etc. La civilisation carthaginoise se trouva ainsi constituer un ensemble tout à fait spécial, participant pour beaucoup de la civilisation punique.

La domination phénicienne introduisit des éléments ethniques divers dans la Tunisie. M. Cazès fait remonter à cette époque l'arrivée des premiers Israélites du pays. Les Zabulonites, entre autres, hardis marins, ont toujours participé aux excursions des Tyriens. En 925 ou 950 av. J.-C., date de la fondation de Carthage, les Juifs entretenaient des relations très cordiales avec les Tyriens[2].

Grands fournisseurs d'esclaves de toutes races, les Phéniciens ont continué leur commerce sur la terre d'Afrique. C'est avec eux que semble avoir commencé l'introduction de nègres du Soudan par

[1] Les restes de l'industrie chelléenne et moustérienne de ces premiers occupants sont identiques, comme formes, à ce qu'on a trouvé en Europe, ainsi qu'il résulte des recherches de M. Collignon, puis de M. Couillaud à Gafsa, de M. Rivière à Gabès. Plusieurs auteurs ont trouvé des agglomérations d'indigènes au type néanderthaloïde, précisément dans les oasis voisines des stations de la pierre à Biskra (Topinard), dans le Djerid (Collignon), à Rhadamès, O. Ghir, Touat, en Khroumirie (Bertholon). On peut donc émettre l'hypothèse assez plausible que ces indigènes descendent des anciennes tribus de la pierre taillée, dont ils ont les caractères ethniques. Historiquement, on peut les assimiler aux Gétules autochtones ou mélano-Gétules.

[2] C'est cette race que M. Hervé appelle la race de Langerie-Chancelade.

[1] Ces Européens possédaient une civilisation dont les fouilles de Mycène, de Thyrinte, d'Orchomène, de Troie ont exhumé les plus brillants spécimens. Ils avaient refoulé les sauvages du type Ibère, et bâti des villes sur leur territoire. Les noms européens de ces villes sont un témoignage de leur ancienneté.

[2] Les règnes de Salomon et d'Hiram, voisins de cette époque, marquent cette période.

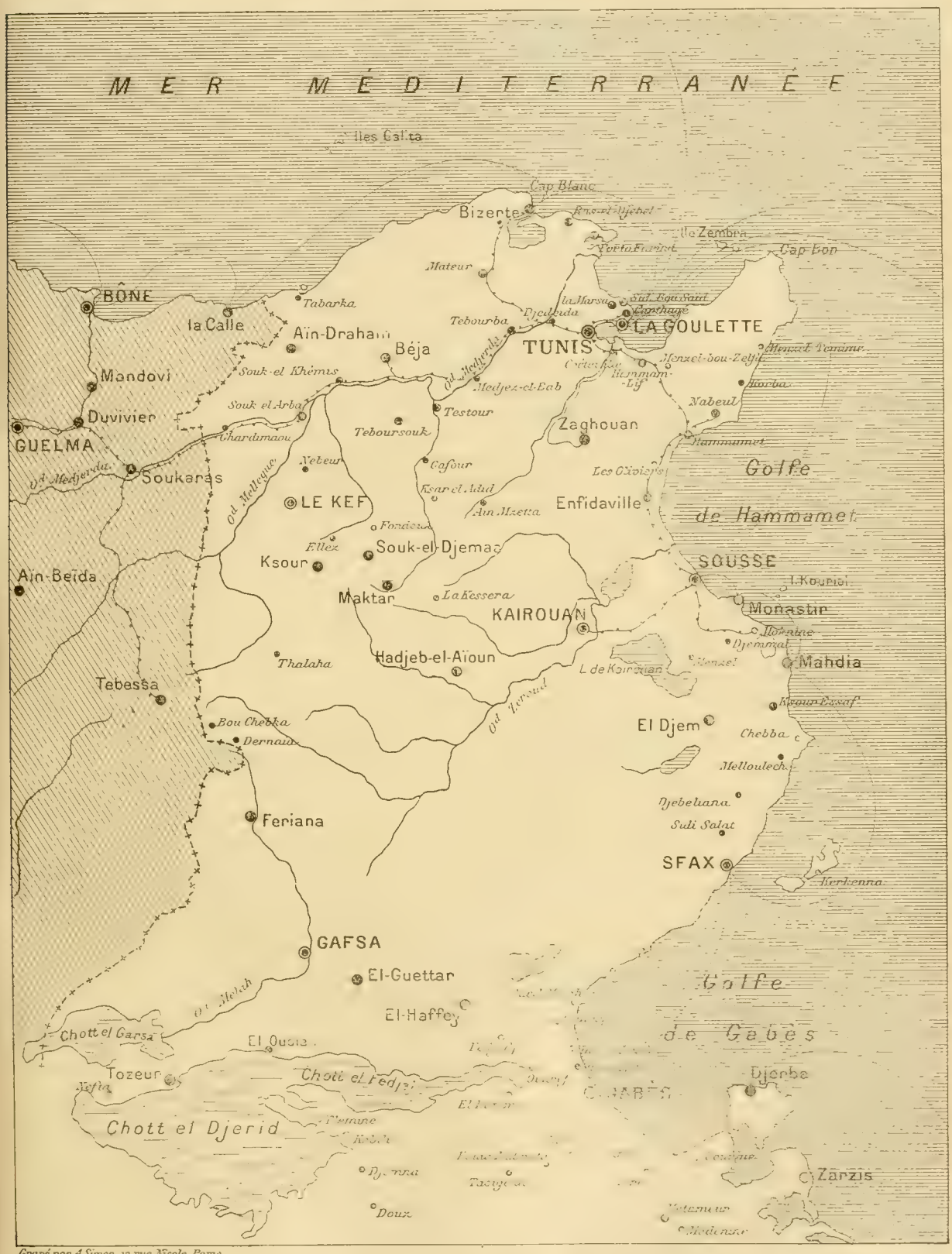


Fig. 1. — *Carte politique de la Tunisie.*

caravanes [1]. Mais, par eux-mêmes, ils ne paraissent pas avoir exercé, comme élément ethnique, une influence durable en Tunisie. Ils n'ont pas laissé de populations compactes présentant leur type. A la vérité, ce type se rencontre assez fréquemment sur les crânes de l'époque romaine, mais de nos jours il est exceptionnel chez les indigènes.

§ 3. — Eléments immigrés sous les Romains et les Byzantins.

La domination romaine, qui suivit celle des Phéniciens, après la lutte de Carthage et de Rome et le triomphe définitif de cette dernière, n'introduisit que peu de colons. De plus, ces colons n'apportaient pas de types nouveaux au pays. On peut cependant signaler, sous Titus, l'arrivée de nombreux Juifs de Palestine transportés en masses dans la province romaine, après la destruction du temple de Jérusalem (70 ans après J.-C.). Ces juifs propagèrent leur religion chez les indigènes; de nombreuses tribus du nord de l'Afrique se convertirent au judaïsme.

Après la décadence romaine, causée ou précipitée par les révoltes des Berbères, les dissensions nées, sous les Empereurs, de l'état des religions, et l'envahissement de la Tunisie par les Vandales (439 ap. J.-C.), les éléments que ces races blondes introduisirent dans le pays ne correspondirent qu'à des types qui y existaient déjà. Et quand, à leur tour, les Vandales furent chassés par l'envoyé de Justinien, Bélisaire, et que le pays, enfin reconquis, se trouva, de ce fait, soumis à l'Empire d'Orient, les Byzantins n'y importèrent aucun type nouveau.

Le mélange des vainqueurs avec le fonds, — incomparablement plus considérable, — de l'ancienne population, constitua non pas une race, mais cet ensemble, plus ou moins fusionné, que nous désignons aujourd'hui sous le nom, un peu vague, de *Berbères*.

§ 4. — Immigrations arabes.

Au VIIe siècle, le soulèvement des indigènes, qui secoua le joug de Byzance, et l'invasion des premières bandes arabes (647) changea peu la population.

La colonisation arabe ne commença qu'avec la seconde invasion des disciples du Prophète. C'est alors (1048) que les Fatimites d'Arabie lancèrent sur l'Afrique du Nord les hordes des Hillal et des Soleïm, ramassis de bandits. Il en vint deux cent mille.

Au point de vue économique, les Arabes consommèrent la ruine du pays ; au point de vue social, l'antique société berbère fut désorganisée : elle perdit, dans beaucoup de localités, jusqu'à sa langue nationale. Au point de vue ethnologique, les envahisseurs eurent une moindre influence. Deux cent mille immigrants ne pouvaient pas transformer la race d'un peuple de douze millions de Berbères. Les vaincus se réfugièrent sur les montagnes et dans les régions arides. Seules échappèrent les populations du Sahel tunisien et de Djerba. Leur densité, jointe à la possession de gros bourgs fortifiés, leur permit d'éviter en partie le fléau. Cette exception à part, on voit avec étonnement, dans l'Afrique du Nord, les plaines riches et fertiles dépeuplées, ne faisant vivre que quelques misérables habitants. Au contraire, les territoires stériles et mal placés nourrissent le plus souvent une population laborieuse et dense (oasis, montagnes de l'Arad, du Bargou, Kabylie, Aourès, etc).

Le pays, qui, sous les Arabes, ne fut plus en butte à l'invasion, ne cessa d'être, jusqu'à la domination turque, le théâtre de luttes ardentes entre Arabes et Berbères. Il y eut cependant, au cours de ces luttes, quelques envahissements partiels du territoire, d'abord par les Normands (1148), puis par les Croisés, enfin par les armées de Charles-Quint (1535), mais alors sans aucun apport de population.

§ 5. — Influence des Turcs. — Immigration des Maures et des Juifs d'Espagne.

Une ère nouvelle s'ouvrit lorsque Moulaï-Hassen, que Charles-Quint avait réintégré sur le trône de ses pères, en ayant soin d'en faire son vassal, fut, en 1591, détrôné par les Turcs ennemis du grand Empereur. A partir de cette époque, la Tunisie demeura sous la domination du Sultan de Constantinople.

Cette domination agit, au point de vue ethnographique, de deux façons: dans les villes, elle introduisit de nombreux éléments européens : les uns musulmans, tels que les Albanais, les autres chrétiens ; il y eut des régiments grecs en Afrique. D'autre part, la course dans la Méditerranée y avait déjà jeté un nombre considérable d'esclaves de provenance surtout italienne et provençale. Lors de son expédition, Charles Quint n'en n'avait pas délivré moins de 20.000. Grâce à cette colonisation forcée, la population de Tunis compte au moins deux tiers de sang européen.

Les Turcs, pour tenir la population indigène, s'associèrent comme auxiliaires les tribus arabes ou arabisées.

[1] Un crâne de femme, que j'ai eu l'occasion d'étudier, trouvé par le P. Delattre dans un tombeau punique à Carthage, avait exactement les mêmes caractères que la série des crânes nubiens d'Éléphantine mesurés par Broca. Ce document tendrait à prouver que les Phéniciens allaient acheter des nègres et des négresses jusqu'en Égypte. L'importation des nègres du Soudan a continué jusqu'à notre époque.

Fig. 2. — *Carte de Tunisie indiquant le type ethnographique prédominant (dressée par M. le Dr Bertholon).* — Le berbère à tête longue (type libère) qui n'est représenté sur cette carte par aucune teinte, se trouve, non seulement dans les régions laissées en blanc, mais sur la surface du pays tout entier.

Celles-ci servaient à lever des impôts sur les sédentaires descendant des Berbères. Les ruines causées régulièrement par les pirates de terre, déterminèrent beaucoup de tribus Berbères à devenir nomades pour échapper aux pillages réguliers. Quant aux groupements berbères trop faibles pour résister, ils allèrent en diminuant de population et en perdant peu à peu leur civilisation. La domination turque peut se résumer ainsi : destruction de l'élément civilisé et laborieux, au profit de tribus barbares et pillardes.

Sous cette domination eut lieu une immigration importante : celle des descendants des Berbères civilisés et musulmanisés qui avaient occupé l'Espagne. Beaucoup de ces Maures espagnols s'installèrent à Tunis. D'autres relevèrent ou fondèrent, dans le nord de la Tunisie, les centres de Béja, Zaghouan, Testour, Medjez el Bäb, Tebourba, Soliman, etc. (1609).

La communauté juive fut renforcée aussi, à cette époque, d'un grand nombre d'Israélites chassés d'Espagne.

Les procédés gouvernementaux des Turcs eurent rapidement fini de ramener à la barbarie les éléments maures civilisés. Écrasés par les impôts et les exactions de toutes sortes commises avec l'aide des nomades, les descendants de ces malheureux étaient en voie de disparition, au milieu des ruines de leurs villages, quand nous les avons sauvés par notre occupation du pays. Ils ne nous en savent, d'ailleurs, aucun gré.

§ 6. — Immigration française, sicilienne, maltaise et grecque.

La ruine toujours progressive du pays depuis la chute des Byzantins jusqu'à notre arrivée, en avait fait tomber la population de 20 millions à 800.000 à peine. Ce dépeuplement avait déterminé une infiltration régulière des Berbères d'Algérie dans l'ouest, des Berbères de Tripolitaine et du Fezzan dans le nord et dans l'est, des Berbères du Maroc dans les villes du littoral.

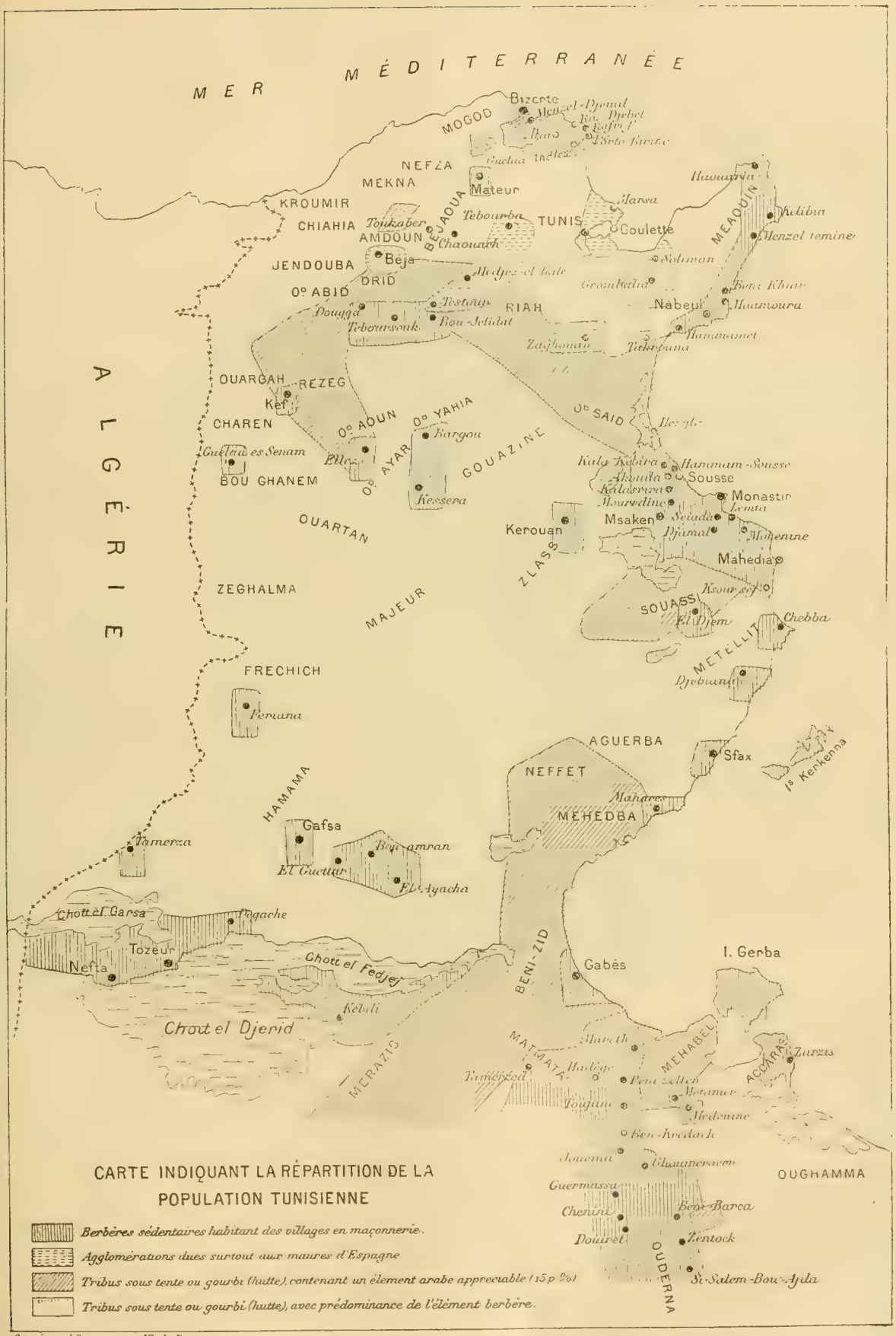
L'occupation française a stimulé cette immigration. De plus, les Siciliens, les Maltais, qui, en Tunisie, se trouvaient représentés par quelques groupes, descendant en partie d'anciens esclaves, se sont multipliés rapidement. Enfin, les Français, au nombre primitif de quelques centaines, se sont accrus d'un millier par an. Actuellement, la colonie française compte environ quinze mille âmes. C'est une colonie d'élite; la qualité des colons supplée à leur quantité au point de donner des illusions sur cette dernière. A Tunis, tout paraît français à l'arrivant. A peine aperçoit-il quelques enseignes italiennes. De nombreux journaux, des sociétés diverses, plus nombreuses encore, un bulletin scientifique bien rédigé, peuvent faire croire à la présence d'une population considérable, alors qu'il ne s'agit que de celle d'une petite ville disséminée sur un vaste territoire. Le gros commerce est entre les mains de maisons françaises. Le climat est favorable à la prolifération de notre race. La Tunisie paraît donc devoir être pour l'expansion de notre nationalité une véritable terre promise.

Les Italiens, très prospères aussi, atteignent peut-être le chiffre de 35.000. Bien que deux fois supérieurs en nombre aux Français, ils sont loin d'exercer la même influence. La plupart arrivent de Sicile. Ce sont des populations de même race que la majorité des Berbères, à la tête démesurément longue et à la face courte et large. Ces gens sont sobres, laborieux et économes. La modicité des salaires dont ils se contentent constitue un obstacle de premier ordre à l'immigration de la main-d'œuvre française. De plus, ils ont sur nos concitoyens l'avantage d'une accoutumance au climat, qui leur permet d'exécuter en toutes saisons les travaux si pénibles de terrassement. Ils sont les grands remueurs de terre de la Tunisie. Beaucoup sont aussi employés dans les exploitations agricoles.

L'état de civilisation de ces Siciliens laisse, d'une façon générale, beaucoup à désirer. Presque tous sont illettrés. De plus, le couteau est un des arguments auxquels ils ont le plus souvent recours. Leur criminalité, comparée à celle des indigènes et des autres colonies européennes, est excessive. La clientèle de nos tribunaux est presque exclusivement sicilienne. Cette barbarie a son bon côté. En effet, l'influence exercée par les masses d'immigrés siciliens est à peu près nulle, malgré les efforts que font les israélites Livournais, — nos pires ennemis, — pour multiplier à toute occasion les manifestations destinées à affirmer les sentiments italiens, en signe de protestation contre notre Protectorat. Cette diversité d'influence entre les deux colonies, — la française, peu nombreuse, mais composée d'hommes d'élite, et l'italienne se recrutant d'illettrés, en nombre considérable, — montre bien que la masse n'est qu'un facteur secondaire, quand l'intelligence n'est pas associée au nombre.

Cette réflexion pourrait jusqu'à un certain point s'appliquer aux Maltais. Leur colonie atteint le chiffre d'environ douze mille âmes. C'est une population paisible et travailleuse, mais ignorante et superstitieuse. Les Maltais ne sont pas, comme les Siciliens, entraînés par un groupe à contrecarrer notre influence. Nos relations avec eux sont très cordiales.

Signalons, enfin, dans le Sud, un certain nombre de Grecs employés à la pêche, surtout à celle des poulpes et des éponges. Sfax est leur port d'attache.



Gravé par A. Simon, 12, rue Nicole, Paris

Fig. 3. — *Carte indiquant la répartition de la population tunisienne dressée par M. le Dr Bertholon.* — Les Berbères sous tente, qui ne sont représentés par aucune teinte, recouvrent non seulement les régions laissées en blanc, mais en général le reste du pays, où ils se superposent aux autres populations.

II. — Etat actuel de la population musulmane indigène.

Toutes les populations d'apport antérieur à l'occupation française ont, de gré et plus souvent de force, adopté une même civilisation : celle de l'Islam. Seuls les juifs ont conservé leur religion.

Sous ce rapport, l'unité est faite. Si l'on parcourt le pays, village par village, tribu par tribu, on trouve bien des traces du passé, traces révélées par des usages locaux ou la conservation de l'antique dialecte.

En Tunisie, ce dialecte n'a survécu que dans les Guessour du sud et l'île de Djerba. Il est apparenté aux dialectes des Berbères du Sahara, de Rhadamès, de l'Aurès, du Mzab, de la Kabylie. Cette langue, comme j'ai eu occasion de le montrer, possède un fonds européen, déformé par des influences des races barbares anciennes et surtout par les langues sémitiques (phénicienne et arabe).

L'organisation patriarcale de la famille, et la répartition du peuple en tribus composées de familles apparentées entre elles et descendant d'un ancêtre plus ou moins mythique, a brisé l'antique organisation du peuple en cités. Même la plupart des villages, au lieu de former un tout unique, se composent de fractions parfois ennemies, quelquefois serves, analogues aux fractions des tribus nomades. Sauf chez les Oughammas dans le sud, les assemblées populaires, comparables à celles qu'on retrouve en Kabylie, ont sombré sous l'action des Arabes et des Turcs.

L'étude des populations musulmanes selon leur répartition géographique, nous permettra de pénétrer avec plus de détails les traits caractéristiques de chaque groupe. Pour plus de clarté dans la description, on peut, à ce point de vue, subdiviser la Tunisie en trois régions : 1° L'intérieur, 2° le littoral, 3° les oasis.

§ 1. — Musulmans de Khroumirie et de la Tunisie Centrale.

La Tunisie centrale comprend presque tout le pays, à l'exception des oasis qui entourent les chotts et d'une bande de littoral d'épaisseur variable, qui va de Bizerte à la Tripolitaine. Dans cette zone se trouvent les fertiles plaines de la Medjerda, de la Siliana, du Sers, etc. Malgré cela, elle est dépeuplée. Ces riches contrées ne nourrissent même pas cent mille habitants. C'est une bonne fortune pour nous, Français, que la partie la plus colonisable soit vide d'habitants. On conçoit combien il serait aisé à un gouvernement prévoyant de jeter, dans ces riches solitudes, une population européenne susceptible d'équilibrer par le nombre les indigènes. Rien n'a encore été fait dans ce sens. Fera-t-on quelque chose?

Fig 4. — *Type arabe peu métissé (environs du Kef).* Taille 1m,70 : indice céphalique 76, 19.
Photographie de M. Bertholon. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

La composition des populations indigènes rend compte de la stérilisation du pays. Les meilleures plaines ont, en effet, été occupées par des tribus d'origine arabe. Ces tribus, — telles que les O. Soltan, les O. Ali, les Drids, les Heddils, dans la vallée de la Medjerda ; les Riahs, dans celle de l'oued Meliane ; les O. Saïd dans l'Enfida, etc., — proviennent de l'invasion des Hillal et des Soleïm. Ces pillards, dont l'Egypte se débarrassa en les lançant sur la Berbérie, consommèrent la ruine de ce pays fertile. Ils y trouvèrent des Berbères du type ibère, aux mœurs analogues, dont les Numides de l'histoire sont l'exemple le mieux connu. Ces gens étaient faits pour s'entendre. La fusion eut lieu rapidement entre les pillards. La polygamie aidant, le type arabe disparut. C'est au point que dans les tribus les plus pures on ne rencontre pas une proportion de plus de quinze à vingt sujets de ce type sur cent examinés.

Quant à ce type arabe lui-même (fig. 4), il est bien

connu. Les traits les plus caractéristiques sont : un nez étroit, long, à ailes relevées, à la pointe recourbée en forme de bec d'aigle, ce nez se détachant d'un front étroit sans solution de continuité ; une face longue, sans pommettes bien accusées ; des lèvres un peu épaisses, formant des rebords ; un menton fuyant ; des yeux fendus en amandes, grands et foncés.

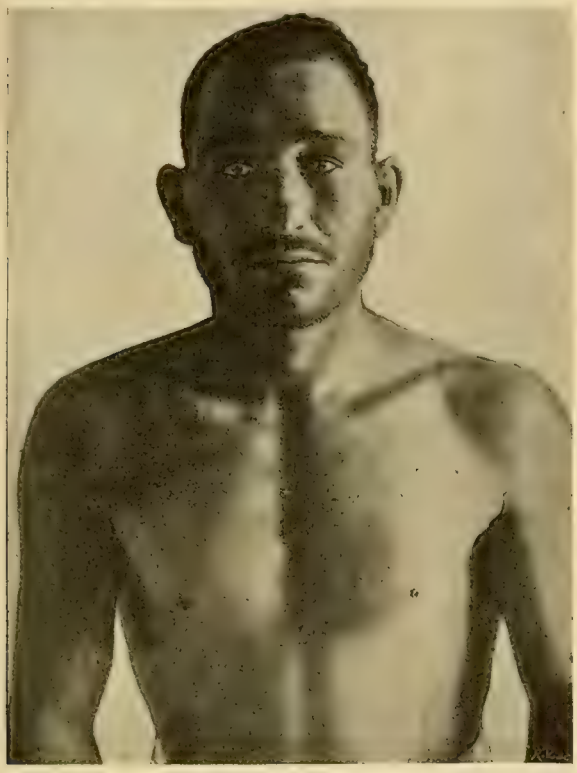
Les Berbères du type ibère, ou Numides (fig. 5 et 6), se différencient de ces Arabes par leur petite taille. Leur peau est assez bistrée. Leur tête est très allongée (fig. 6), elle est renflée postérieurement ; la saillie de l'occiput, d'ordinaire en chignon, est très forte, et se trouve beaucoup plus relevée que chez les Européens du Nord. Le front est étroit, souvent bombé en verre de montre. Les orbites sont petites, assez enfoncées, l'œil et les cheveux sont foncés. Le nez est séparé du front par une forte dépression. Le menton est carré, la mâchoire puissante, aux angles très écartés, ce qui élargit la face, déjà rendue plus large par l'écartement des zygomas. On a ainsi une face courte, en dysharmonie avec une tête longue.

Cette association d'éléments batailleurs et pillards a occupé les meilleures plaines. Les cultivateurs primitifs en ont été expulsés. Leurs débris se sont réfugiés dans les régions plus pauvres ou moins accessibles. Cette migration, jointe au peu de sécurité, a déterminé chez eux un retour progressif à la barbarie. Tel est le cas des tribus rejetées dans les forêts de Khroumirie et le pays des Mogods (fig. 7 et 8).

Plus au sud, cette désorganisation est plus facile à observer. En effet, les indigènes sont d'autant plus sédentaires et industrieux que le pays est plus abrupt, c'est-à-dire plus sûr. Les Frechichs et les Majeurs sont nomades, tandis que les Ayars, les Yahias, les Zlass Sandassen, Kaoubs et Touazines sont presque sédentaires. Les montagnards de la Kessera et surtout ceux du Bargou habitent des acropoles peu accessibles.

A ce groupe appartenaient les vaillants Berbères de l'Ousselet. Ceux-ci, après de longues luttes pour leur indépendance, finirent par succomber sous les attaques des forces beylicales. Les survivants furent déportés dans des villages de la vallée de la Medjerda et du Cap-Bon, où ils forment, aujourd'hui encore, des quartiers séparés.

Pour ne rien négliger, ajoutons que les tribus berbères que nous venons d'étudier, renferment, — tant en Khroumirie que sur les plateaux du Centre tunisien, — un élément blond très appréciable, croisé le plus souvent avec le type ibère. Citons, parmi les groupes les plus clairs de ces régions : les Mogods, les Meknas, les gens de Bejà, ceux des villages de la Basse-Siliana, du Bargou, de la Kessera, les Ouled Ayar et les Majeurs (Voir fig. 2 et 3).



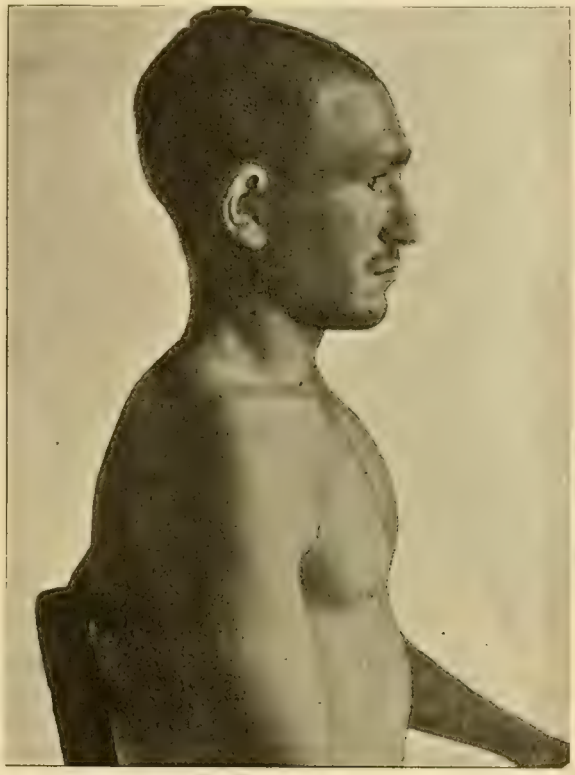


Fig. 5 et 6. — *Face et profil d'un Berbère brun (type ibère), à crâne allongé et à face large, habitant la vallée de la Medjerda, la Khroumirie, les environs de Gabès.* (Taille 1m,629 ; indice céphalique 69,41 ; indice nasal 64,81).

Photographies de M. Bertholon. — Photogravures de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Quelques groupes de juifs vivent, de toute antiquité, sous la tente au milieu de certaines de ces tribus.

Fig. 7. — *Guerrier Khroumir.*
Photographie de M. Garrigues.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

On rencontre plusieurs villages au milieu de cette désolation. Ceux-ci sont l'œuvre de Maures d'Espagne réfugiés. Au siècle dernier, Desfontaines constatait que beaucoup d'entre eux connaissaient encore l'espagnol. Depuis, les exactions du système gouvernemental tunisien les ont ruinés. Ils sont redevenus aussi barbares que leur entourage. Disons de suite que les villages créés par les Maures andalous sont remarquables par la régularité des rues. Leurs maisons sont couvertes en tuiles imbriquées, comme en Europe, au lieu d'avoir des terrasses. Enfin, M. le Dr Carton faisait remarquer récemment la ressemblance du minaret de la grande mosquée de Testour avec certains beffrois des Flandres, élevés, eux aussi, par des architectes espagnols (fig. 9, 10, 11).

L'habitation la plus courante est la tente (fig. 12), formée de longues bandes d'étoffe. Cette bande d'étoffe varie en largeur et en longueur, selon les ressources. On la soutient au milieu par des pieux toujours trop courts pour que l'on puisse pénétrer autrement que le corps courbé en deux. Le pieu central est plus long que ceux placés devant ou derrière. Aussi les voyageurs n'ont-ils pas manqué de rappeler les citations de Salluste sur les habitations, en forme de carène de navire, des naturels du pays. Une murette de pierres sèches ou de simples branchages ferment cette tente par derrière. Là vivent pêle-mêle, en promiscuité, les membres d'une même famille. Les grands seigneurs, frottés à la civilisation, se sont fabriqué des tentes en toile, très éle-

Fig. 8. — *Femme Khroumir allaitant son enfant.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 9. — *Vue panoramique de Testour, village de Maures andalous.*
Photographie de M. Carton. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

vées et divisées à l'intérieur en véritables chambres.

Les populations plus spécialement berbérisées occupent de préférence, comme habitations, des huttes que nous appelons gourbis (fig. 13 et 14), mot inusité en Tunisie. Voici comment on les construit. On creuse à une profondeur de 50 centimètres environ une superficie de terrain en forme de quadrilatère

Fig. 10. — *Grande place de Testour.*
Photographie de M. Meunier. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

allongé, dont les petits côtés seraient arrondis. Cette surface est celle qu'occupera l'habitation. Le sol sera en contre-bas. Les parois sont confectionnées soit en pierres retenues par de la boue, soit, dans les régions à sol argileux, en briques faites de paille et de terre, et séchées au soleil, soit en simples broussailles. La toiture est en *diss* ou en paille. La porte s'ouvre sur une face latérale. La saleté règne en maîtresse dans ces demeures. Malgré leur peu d'élévation, les cigognes, respectées des indigènes, viennent nicher sur ces toits.

Enfin, les restes de centres berbères, tels que les

Fig. 11. — *Mosquée de Testour (Style espagnol).*
Photographie du Dr Carton. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

villages de Heydous, Toukkaber, Chaouach, les villages du Bargou et ceux de la Kessera, sont juchés en acropoles au sommet de pitons peu accessibles,

Fig. 12. — *Bédouines devant leur tente.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

et entourés, comme supplément de défense, par d'épaisses plantations de cactus épineux. On n'y accède que par d'étroits sentiers pénibles à gravir et partout dominés par les murs à pic du village.

Fig. 13. — *Gourbis de pierre recouverts de chaume près de Souk-el-Arba.*
Photographie du Dr Carton — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

L'industrie est presque nulle. Les femmes confectionnent avec des métiers des tissus de poils de chèvres ou de chameaux, pour faire des tentes, des sacs, des vêtements. Leurs métiers, aussi primitifs

Fig. 14. — *Bédouines devant leur gourbi, formé de broussailles.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

que ceux de l'ancienne Egypte, se composent de deux morceaux de bois qui soutiennent la trame. Elles fabriquent des nattes par des procédés analogues. En Khroumirie, les hommes portent des ceintures de guerre en cuir, d'où tombent de nombreuses franges également de cuir. Ils ornent au couteau des cannes, des flûtes et des cuillers. A Bejà, ils font même des espèces de sabots en bois tout sculptés. Ces dessins sont toujours géométriques.

Le costume est assez uniforme. Toutes les campagnardes tunisiennes portent le même. C'est, à peine modifié, le *peplos* de la Grèce antique (fig. 15 et 16). Deux pièces indépendantes, d'une étoffe de laine bleue, le composent. L'une est passée sur la partie antérieure, l'autre sur la partie postérieure du corps. Il n'y a aucune couture. Des fibules primitives d'argent, et plus souvent de cuivre, servent à fixer ces deux pièces l'une à l'autre au niveau des épaules. La place de la fibule n'était pas identique chez la Grecque. Chez celle-ci, elle se fixait sur le sommet de l'épaule, laissant le cou également dégagé en avant et en arrière. La bédouine attache ses fibules au-dessous de la clavicule. La pièce postérieure de son *peplos* couvre donc le cou en arrière et les épaules, en constituant des sortes de manches. Le devant du cou reste dégagé. Ce vêtement, chez l'Africaine, n'arrive qu'à mi-jambe. La Grecque le portait plus long, il descendait aux chevilles.

Fig. 15. — *Bédouine vêtue du péplos.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de M. Rougeron, Vignerot et Cie.

Une ceinture de couleur rouge, attachée sur le côté à un anneau de cuivre, fixe à la taille ce vêtement léger. Souvent entr'ouvert, il laisse apercevoir, sur les côtés, la poitrine et les cuisses de la femme.

La tête est entourée d'un turban. Un voile flottant, d'ordinaire rouge, recouvre la tête et les épaules. D'énormes boucles d'oreille, en forme d'anneaux, pendent de chaque côté de la face. Leur poids déchirerait les oreilles: aussi les femmes les attachent-elles par des cordons à leur turban. Des colliers, dans lesquels entrent des morceaux de corail, du cuivre, de l'ambre, — et jusqu'à des boutons de cuivre de nos troupiers, — ornent le cou de ces femmes (fig. 17).

Le costume des hommes est le burnous bien connu (fig. 19, 20, 21). Par-dessous, on met une chemise de cotonnade. Le possesseur d'icelle ne la quitte jamais. C'est elle qui le quitte, usée et pourrie, mais vierge de tout lavage. La tête est recouverte de la chechia. Un turban de coton blanc s'enroule tout autour en nombreuses spirales, surtout en Khroumirie. Il produit des déformations de la tête, comparables à celles qui s'observent chez les populations des environs de Toulouse. Chez les Arabes, le turban est en corde de poils de chameau.

Leurs pieds sont protégés par des savates jaunes dans les contrées relativement civilisées. Les plus

Fig. 16. — *Bédouine portant son enfant.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

primitifs mettent des sortes de chaussons de laine tressée, à semelles en cuir vert. Les jambes sont nues. Une chose les surprenait d'ailleurs beaucoup au début de l'occupation : c'était de nous voir avec les extrémités trop couvertes et la tête aussi exposée à l'air. Eux, agissent inversement.

Les gens riches s'habillent d'ordinaire à l'instar

Fig. 17. — *Bijouterie d'une Bédouine tunisienne.*
Photographie de M. Albert. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

de Tunis. Hommes de cheval, ils revêtent de brillants costumes, surtout pour les fantasias (fig. 18). Ces

Fig. 18. — *Cavaliers de fantasia.*
Photographie de M. Meunier. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

fantasias ne sont pas seulement des courses folles, exécutées en faisant parler la poudre. Les grands seigneurs de la tente leur préfèrent l'exhibition de montures bien dressées, faisant des changements de

pas ou passages, des danses, etc. Ces jours-là, on

Fig. 19. — *Habitant du Kef, vêtu du burnous.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 20. — *Bédouin en marche.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

met au cheval une selle d'ordinaire de velours rouge, richement brodée en or ou en argent (fig. 18). Sa croupe est recouverte d'une étoffe de soie, ornée de grelots de cuivre. Le cavalier, chaussé de bottes rouges, revêt un gilet et une veste de soie jaune brochée. Une ceinture de cuir, ornée de dessins, lui serre la taille. Enfin, tout le long de la frontière algérienne, il est d'usage de se coiffer, dans ces circonstances, d'un bonnet conique, en plumes d'autruche, rappelant par sa forme les bonnets à poils de l'ancienne garde impériale. Ces fantasias séduisent les touristes ou personnages officiels en voyage. Elles ne sauraient pas masquer à l'observateur consciencieux la barbarie de ces gens. Il existe un profond contraste entre ces rares cavaliers un peu brillants et le peuple, à moitié nu, qu'ils dominent, peuple grattant à peine la terre, abrité sous quelques tanières primitives, enclin à demander au vol ce qu'il ne peut se procurer par

Fig. 21. — *Musulmans en burnous devant le contrôle du Kef.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

sa civilisation rudimentaire. Où cet état de barbarie se révèle, c'est dans la céramique. Le tour du potier, déjà connu en Europe à l'époque du bronze, n'a pas encore pénétré chez ces sauvages. Leurs ustensiles sont faits à la main. Les procédés, la forme, l'ornementation rappellent ceux de la pierre polie en Europe. Playfair compare l'état social des tribus de la Khroumirie à celui des sauvages des îles Andamans.

Dans cette région encore couverte d'anciens monuments mégalithiques, on voit survivre bien des pratiques qui rappellent les procédés d'un autre âge.

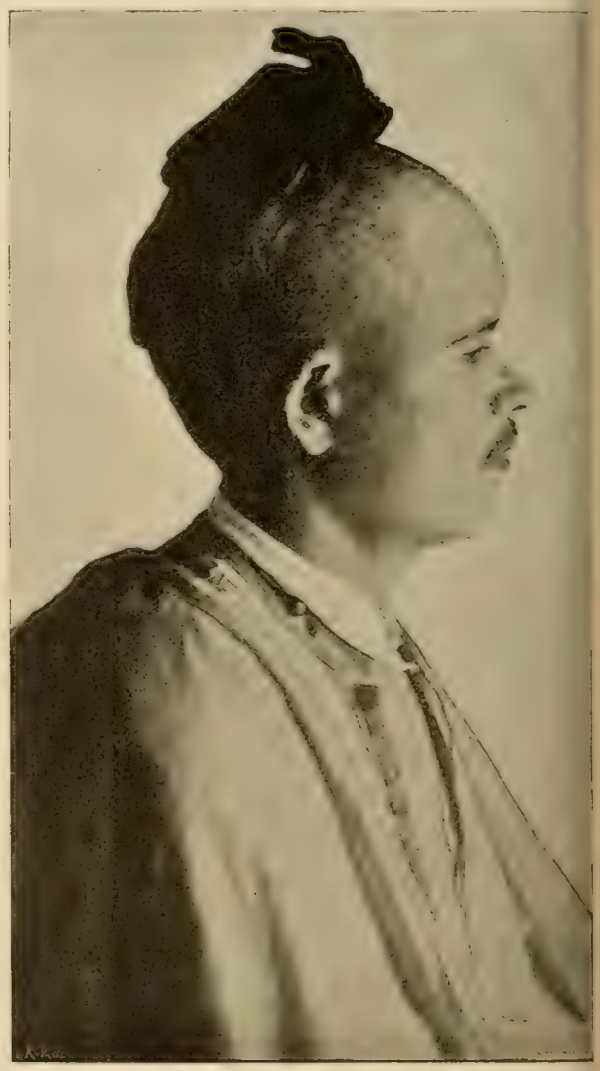


Fig. 22 et 23. — *Face et profil d'un homme du type brachycéphale (celtique ou lybien) du Littoral.* Les cheveux ont été relevés pour montrer la forme de la tête. (Taille 1m,57; indice céphalique 81·11; indice nasal 79).

Photographies de M. Bertholon. — Photogravures de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

§ 2. — Musulmans du Littoral.

On constate une différence profonde entre les populations du littoral et celles du centre de la Tunisie. Or, comme les voyageurs pressés jugent d'après ce qu'ils aperçoivent aux diverses escales de la côte, ils généralisent et attribuent au pays entier ce qui, en réalité, constitue une exception.

Les populations côtières représentent les débris de l'ancienne civilisation du pays. Beaucoup de leurs gros villages rapprochés ont pu tenir tête aux envahisseurs arabes, ne pas être détruits et arriver avec eux à un *modus vivendi* qui leur a permis de ne pas disparaître. Mais cette résistance n'a pas été heureuse partout. Les barbares ont brisé par places la ligne des civilisés de la côte, amenant avec eux la ruine et la stérilisation. Aussi les centres du littoral ne se trouvent-ils que groupés par places, au lieu de former une chaîne continue de Bizerte à la frontière tripolitaine. Entre Bizerte et les quelques villages du cap el Mekki, tout est dénudé jusqu'à Tunis. Cette capitale elle-même s'élevait dans un pays abandonné, sauf quelques rares villages de

plaisance. Le cap Bon possédait vers Nabeul un groupement important. Sa position l'avait protégé, mais, entre cette épave et la région de Sousse, les Ouled-Saïd avaient tout ramené au désert, ne laissant subsister que le village de Takrouna perché au sommet d'un pic. Le groupe du Sahel ne s'étend pas jusqu'à Sfax. Les Souassis et les Metellits, pillards et nomades, avaient brisé cette continuité. Quelques maigres oliviers, de loin en loin, entre El Djem et Si Salah, rappellent que de Sfax à Sousse on pouvait jadis cheminer à l'ombre. Passé Sfax, on retrouve comme un dernier débris le village de Maharès. Gabès fait partie de la région des oasis, tandis qu'au sud, les gens de Djerba et les montagnards troglodytes voisins de Gabès, se relient par leurs caractères aux populations que nous venons d'étudier.

Il est même un fait à observer : c'est que le degré de civilisation de ces populations croît du nord au sud. Sous ce rapport, le groupe de Bizerte est inférieur à celui du cap Bon. Le Sahel ne vaut pas Sfax, et Djerba, protégée contre les mélanges par sa position insulaire et surtout par un schisme religieux, est de beaucoup supérieure à l'ensemble des Tunisiens.

Quoi qu'il en soit, la population de ces divers groupes de sédentaires atteint le chiffre de 500.000 habitants concentrés sur une faible superficie, alors que nous avons vu les riches et immenses plaines de la Tunisie centrale ne comprendre que 300.000 individus pour toute population.

Fig. 24 *et* 25. — *Face et profil d'un Berbère blond aux yeux bleus* (*Nabeul*). (Taille 1m,63 ; indice céphalique 75,53). Il porte une blouse ornementée, costume général des habitants de la côte.

Photographies de M. Bertholon. — Photogravures de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Chose curieuse, le degré de civilisation paraît se mesurer à la prédominence d'un type ethnique. Celui-ci, presque pur à Djerba, l'est déjà moins chez les Accaras et les montagnards avoisinants. A Sfax et aux Kerkennas, il est prédominant, pour reparaître autour de Mahédia, de Monastir et surtout des villages qui avoisinent Sousse. Dans le cap Bon

on le retrouve en quelques centres à l'ouest de Nabeul, et à l'Haouaria, village au sommet de la presqu'île. A Bizerte, il est exceptionnel. Ce type est celui de nos Savoyards, de nos Auvergnats, de nos Bretons. Ce sont des hommes au crâne rond et à la face large, plutôt petits et trapus (fig. 22 et 23), faciles à différencier au milieu de ces populations à tête démesurément allongée.

A côté d'eux, on trouve, dans le Sahel, des gens de haute taille, au nez mince, à face longue. Ces gens ont parfois une apparence assez distinguée. Leurs yeux sont souvent clairs ou intermédiaires; leur barbe, de couleur parfois châtain, quelquefois même blonde, indique aussi une origine européenne (fig. 24 et 25).

Ce sont même les gens de ce type qui paraissent avoir conservé à quelques villages du cap Bon et des environs de Bizerte (Menzel Jemil, Menzel Abderrhaman) une civilisation relative.

Le troizième type qui a envahi la population de Bizerte et celle du cap Bon, et qui s'infiltre en masses plus ou moins appréciables dans celles du Sahel, de Sfax et de Sousse, et même un peu de l'île de Djerba, appartient au groupe, — réfractaire à la civilisation, — que l'on peut appeler Ibère ou Berbère proprement dit [1].

Enfin la presqu'île du cap Bon renferme encore d'assez nombreuses agglomérations de Maures andalous (fig. 26 et 27).

Ce ne sont pas les seuls éléments de la population côtière. Les corsaires turcs ont introduit dans le pays de nombreux esclaves. Les supplices auxquels l'intolérance musulmane soumettait ces malheureux, déterminaient de nombreuses conversions à l'Islam. Beaucoup de sang européen coule dans les veines des bourgeois des principales villes, et surtout de Tunis. Des noms de familles musulmanes, tels que Franciz (français), Ingliz (anglais), Maltiz (maltais), Genouiz (gênois), Christou (chrétien), Blanco (blanc), Entiti (l'entêté), etc. indiquent suffisamment leurs origines des rives du nord de la Méditerranée.

Fig. 26 *et* 27. — *Face et profil d'un homme appartenant au type andalou (presqu'île du Cap Bon).*
Photographies de M. Bertholon. — Photogravures de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

L'élément turc fig. 28, a également jeté dans le pays — avec les janissaires ou par les mariages — de fréquents éléments de l'Europe orientale, principalement de la presqu'île des Balkans et de la Grèce. Il était, en outre, de bon ton, chez les gens riches, de faire venir pour les épouser des esclaves blanches de Stamboul. Le manque d'argent a mis fin à ces importations.

De ces mélanges est résulté, chez les Tunisiens d'une certaine classe, une grande affinité pour les femmes européennes. Les mariages avec chrétiennes ne sont pas rares. Il y aurait là une tendance à fa-

[1] Type Beaumes-Chaudes-Chancelade, de Hervé.

voriser très largement. Ce peut être le seul mode d'assimilation susceptible de réussir.

Cette influence européenne, longtemps continuée, a développé, chez le Tunisien, un certain goût pour l'instruction. Son aversion pour le progrès est moindre que chez les autres musulmans.

Fig. 28. — *Ancien fort turc de Kelibia (presqu'île du Cap Bon).*
Photographie de M. Bertholon. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Puisque nous parlons de la population de Tunis, c'est le moment d'en faire connaître les principaux représentants. Le bon bourgeois tunisien, d'un tempérament craintif et endormi, est tout au plus capable de rester accroupi derrière son comptoir de parfumerie (fig. 32) ou dans sa boutique de notaire. Son indolence ne va pas plus loin. Il mourrait rapidement de besoin, si des populations plus énergiques n'assuraient son existence. Les souks ou marchés tunisiens ne doivent même leur grande activité qu'à des éléments étrangers. Les couvertures et les vêtements de laine sont faits et vendus par des Djerbiens et des Rhadamésiens ; les autres vêtements, confectionnés sur mesure et soutachés, sont l'œuvre des juifs, ainsi que la bijouterie. Les épiciers sont tous soit de Djerba, soit du Mzab (Algérie). L'eau est montée dans les maisons par des Biskris. Les ballots sont transportés par des portefaix venus de la montagne des Matmatas (de Hadèje près de Gabès). La poterie se trouve entre les mains de marchands originaires de Nabeul ou de Djerba. Les domestiques qui font la cuisine sont natifs de Gabès, de Douiret ou du pays des Troglodytes Rhoumeracen. Les boulangers proviennent de Rhadamès. Enfin, la garde des maisons et des propriétés est confiée à la vigilance de Marocains du pays des Sous, armés de grands poignards recourbés et ornés de fourreaux d'argent artistement ciselé.

Fig. 29. — *Citadin musulman à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Autant le nomade est malpropre, autant le citadin soigne sa personne. Son linge est toujours d'une blancheur irréprochable. Il va fréquemment aux bains maures, où on le frotte, on le masse et on l'épile. L'épilation est une coutume commune aux deux sexes. Elle s'opère au moyen d'une pâte faite de chaux et d'orpiment (sulfure d'arsenic). La barbe du citadin est soigneusement rasée d'après des règles dont on ne se départit pas. Voici comment : Le perruquier ne laisse de poils que sur la joue. Les parties situées au-dessous du bord inférieur du maxillaire sont rasées. La barbe, ainsi réduite, est taillée de façon à former un mince filet qui descend des cheveux au niveau du lobule de l'oreille. Là elle s'élargit et forme deux pointes. L'une va du côté de l'angle de la machoire, l'autre vers la pommette. Les individus

ont ainsi l'air de posséder une barbe postiche.

Tandis que les campagnards portent très longs les cheveux de la moitié postérieure de la tête (fig. 30 et 31), les citadins ont généralement leurs cheveux courts (fig. 29). Parfois, ils se font raser complètement la chevelure.

Des gens aussi soignés ont des manières très onctueuses. Impossible de s'aborder dans ce pays sans échanger une dizaine de formules de salutation. Et, comme si ce n'était assez, chaque fois que la conversation languit, l'un des interlocuteurs recommence une nouvelle kyrielle de compliments, auxquels on doit naturellement répondre.

Inutile de dire que chacun des grands actes de la vie, naissance, mariage, décès, donne lieu à une série de pratiques locales, dans lesquelles on peut reconnaître, à côté de cérémonies d'importation islamique, des restes d'usages plus antiques. La description de ces usages excéderait les limites d'un simple article.

Le vêtement du bourgeois de Tunis consiste en une espèce de blouse large, fendue sur les côtés pour laisser passer les bras (fig. 29). Cette blouse est de cotonnade ou de soie légère l'été, en laine brune ou rouge rayée, pendant l'hiver, souvent en drap léger d'Autriche, et, dans les grandes occasions, en soie généralement jaune. Ceux qui touchent au fonctionnarisme revêtent souvent, au moins pour sortir, notre costume européen, — tout en gardant la chechia.

La tête est, en effet, toujours recouverte d'une chechia, portée seule, surtout avec l'habit européen, ou entourée d'un turban, soit de cotonnade, soit de soie.

Enfin, le bourgeois porte des souliers vernis trop courts pour que le pied puisse y pénétrer en entier. Aussi, ses talons débordent en arrière, reposant à moitié sur le quartier éculé de ces peu commodes chaussures, si appropriées à l'indolence de ces gens. Inutile ce dire que le beau sexe a adopté cette chaussure, avec cette aggravation que le talon est beaucoup plus élevé et le soulier plus petit.

Dans leur intérieur, les dames portent des pantalons semblables à ceux des Juives (fig. 52 et 53). Autrefois, on les faisait collants. Actuellement, ils sont plus larges. Ceux-ci sont, soit de cotonnade blanche ou ornée de dessins, soit de velours surchargé de broderies d'or ou d'argent. En tenue de maison, elles portent de petites blouses de cotonnade ou de soie qui ne descendent pas jusqu'à la taille. Fréquemment, il existe un hiatus entre le point où finit la blouse et celui où commence le pantalon. Or, comme les bourgeoises ne portent généralement pas de chemises, qu'elles ont tout au plus sur le corps un tricot de coton à mailles très larges, on voit une portion de leur abdomen à nu. Il faut bien l'avouer, ce n'est pas fort élégant. Les jours de cérémonie, au lieu de la blouse, elles mettent un gilet échancré au cou, qui forme corset, et, de plus, une veste. Veste et gilet sont en soie brochée ou en velours brodé d'or. Ajoutons que, de même que les hommes adoptent nos vêtements, de même certaines de ces femmes commencent à avoir recours à des couturières européennes.

Fig. 30 et 31. — *Face et profil d'un indigène des campagnes rappelant le type grec classique.* (Taille 1m,67; indice céphalique 76,02).

Photographies de M. Bertholon. — Photogravures de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

La coiffure est toujours la même : un bonnet conique, orné de broderies d'or, et fixé à la tête par des foulards de soie (comme dans la fig. 52).

jambes et ceux de bras sont généralement en argent. Les diamants jouent un grand rôle dans la parure des gens riches.

Fig. 32. — *Marchand de parfums au Souk-el-Attarine, à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Les bijoux sont nombreux. Ils n'affectent pas les formes archaïques conservées par les populations de la province de Constantine. Les bracelets de

Outre les bijoux, une femme des villes se fait les yeux et les sourcils avec du koheul (sulfure d'antimoine). Elle se peint les mains en jaune

avec du henné, les lèvres et les joues en rose.

Une femme d'une certaine classe ne doit jamais sortir qu'en voiture bien close. Celles qui ne peuvent s'offrir une voiture se drapent le corps dans une étoffe de soie légère. Elle se cachent la figure au moyen d'un voile de soie, ayant toujours le même dessin (fig. 33). Les femmes de condition inférieure se couvrent la face avec une étoffe noire épaisse. Celle-ci s'applique de façon à masquer le front et le visage, en ne laissant apercevoir que les yeux (fig. 34).

Fig. 33. — *Femme arabe riche en costume de ville à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 34. — *Femme arabe pauvre en costume de ville à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

L'homme du peuple de Tunis ne diffère pas de celui de la région côtière. La plupart, d'ailleurs, sont, ainsi que nous l'avons dit, des immigrants temporaires. Leur costume est très spécial. Il se compose d'une blouse de laine étroite, de couleur brunâtre, d'une culotte plus ou moins large, remplacée souvent par une sorte de jupon d'étoffe à raies, d'une chechia avec turban d'étoffe rayée. Les Sfaxiens portent presque tous le turban vert. Enfin, leurs chaussures, fabriquées dans le pays, sont en cuir jaune. La longueur et la coloration de la blouse varient selon les localités. A Tunis la blouse est brun foncé ; à Hammamet elle est plus claire ; à Soliman elle est de laine blanche ; au sommet du cap Bon (Kelibia, Menzel-Temine) elle est à rayures rouges et noires alternées ; à Sousse, elle est jaune assez clair, et plus courte, etc. Non seulement la coloration, mais l'ornementation de la blouse servent à distinguer d'un simple coup d'œil le village d'où vient l'individu. Le bas de la blouse, les côtés et les manches sont ornés de passemen-

teries blanches ou rouges, affectant des dessins particuliers à chaque centre. A Hammamet le dessin se compose de quelques filets de laine rouge; aux îles Kerkennah, il est très sobre, tandis qu'à Sousse la blouse est beaucoup plus surchargée de dessins.

Sur cette blouse, les indigènes portent un petit manteau à capuchon et à manches. Il est de même étoffe et de même couleur que la blouse, l'ornementation est semblable. Le plus souvent les individus ne mettent pas les manches. Leur manteau ne tient que par le capuchon.

Enfin, aux Kerkennah, on porte comme costume de cérémonie des blouses sans manches, larges, taillées sur le type de celles de Tunis. Elles sont noires, ornées de broderies très curieuses, de laine rouge et blanche et de pompons. A Djerba, la blouse est semblable, mais en laine brune avec passementerie verte, ou bleue avec passementerie jaune.

Les populations des montagnes voisines de Djerba ne portent pas la blouse. Les hommes drapent autour de leur corps une longue pièce de laine brune, dont un pan est ramené sur la tête (fig. 35). C'est une espèce de toge. La plupart de ces gens ne portent pas de turban. Ils ont l'habitude de se raser la lèvre supérieure, de façon à ne laisser qu'un étroit filet de poils comme moustache. Leur menton est aussi, en grande partie, rasé.

Quant aux femmes, les riches suivent la mode de Tunis. Les autres, dans les villages de la Côte, revêtent des sortes de blouses analogues à celles des hommes, plus larges et sans manches. Cette blouse est serrée à la ceinture. Elle est quelquefois brune, mais, plus souvent, elle se compose d'une moitié rouge et d'une moitié violette. A Sfax, à Djerba, on porte le péplum; il est généralement d'une étoffe de laine assez épaisse, à rayures, pour les riches. Les pauvres en ont d'étoffe bleue, ou même de cotonnade blanche, comme dans le sud de Djerba. Un usage curieux est que, dans cette partie de l'île, tandis que les hommes se coiffent de vastes chapeaux, dits kabyles, les femmes se couvrent la tête de chapeaux pointus à bords plats. Cette particularité ne s'observe nulle part ailleurs dans l'Afrique du Nord.

Les femmes de cette population côtière se parent de bijoux d'argent, fibules, plaques, bracelets, etc.... de vastes dimensions.

Dans les villages, elles sortent à visage découvert; mais, dans les petites villes, elles ont l'habitude de se voiler la face et le haut du corps avec une étoffe de laine noire d'un tissu peu serré. Ce tissu leur permet de voir sans être vues. Leur aspect, sous ce voile noir, qui les recouvre complètement jusqu'au genou, manque absolument d'élégance.

Fig. 35. — *Caïd d'El Oudiane.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Un long chapitre serait nécessaire pour décrire les objets sur lesquels s'exerce l'activité de cette population industrieuse, d'où dépend toute la richesse de la Tunisie. Mais ce serait empiéter sur quelques articles annoncés [1]. Disons seulement qu'une partie des populations du littoral est occupée, de Bizerte aux montagnes du sud, par la culture de l'olivier. Certains groupes cultivent la pomme de terre (à Rafraf, près de Porto-Farina), des fleurs pour la distillation, des orangers et citronniers pour les fruits (à Nabeul). Beaucoup s'adonnent à la viticulture, par exemple aux environs de Bizerte, à Menzel bou Zelfa (cap Bon),

[1] Ces articles traitant de l'agriculture et des industries indigènes, paraîtront dans la prochaine livraison de la *Revue* Livraison du 15 décembre 1896 (Note de la Direction.

aux îles Kerkennah, à Djerba. Ils vendent les raisins et fabriquent même du vin, au mépris des prescriptions coraniques! Les cultures arbustives de l'amandier, des grenadiers, etc., se font un peu dans tous ces villages côtiers. Le sud fait surtout des figuiers. Dans les montagnes, les indigènes élèvent des murs de pierres sèches, qu'ils revêtent de terre, pour arrêter les eaux au pied de leur arbres fruitiers. Inutile de dire que tous ces cultivateurs sont petits propriétaires, tandis que les misérables tribus du Centre possèdent des latifundia.

Les produits de la terre donnent lieu à diverses industries. Telle est celle de la fabrication de l'huile, qui occupe quantité d'huileries. Les indigènes possèdent aussi de nombreux moulins à grains. Les instruments agricoles de fer ou de bois sont confectionnées dans chaque gros village par une corporation importante de forgerons et de menuisiers. Dans les villes et principaux villages, la fabrication des couvertures, des tapis, des tissus de soie, la teinture des étoffes, la confection des vêtements, le tannage, la teinture et le travail des cuirs, la poterie, — beaucoup plus avancée sur le Littoral que dans le Centre, et, à Nabeul et à Djerba, faite au moyen du tour et de fours perfectionnés, — la fabrication des meubles [1], donnent du travail à un très grand nombre d'ouvriers.

Fig. 56. — *Cour du palais d'un très riche Arabe, à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Dans toutes les villes, le commerce est concentré dans des quartiers spéciaux, composés de magasins minuscules. Ces quartiers portent le nom de *souks*.

[1] Parmi les plus typiques, on peut signaler des lits à colonnes de bois sculpté. Ces colonnes sont couvertes de peintures où l'or domine. En les voyant, on comprend très bien les descriptions des intérieurs grecs, conservés par Homère dans l'Odyssée.

Chaque souk est attribué à une spécialité, dont les divers marchands forment une sorte de corporation ayant son chef ou *amin*. Il y a des souks des fruits secs et objets d'épicerie, souks des parfums, des libraires, de la chaussure, de la sellerie, de la laine, des chechias, des brodeurs, des bijoutiers, des forgerons, du cuivre, des potiers, des menuisiers, des tailleurs, etc. Le marchand expose son étalage, quelquefois présenté d'une façon artistique, sur le devant de sa boutique. Il s'y tient assis à la turque, comme un Boudha dans sa niche. En arrière, à portée de ses mains, s'entassent les marchandises destinées à remplacer celles qu'on aura achetées.

Nous terminerons nos renseignements sur ces populations industrieuses, en disant que beaucoup des habitants des îles Kerkennah, de Sfax, de Djerba et de Zarzis, vivent de la pêche des poissons, des poulpes et des éponges. Ils naviguent sur des barques construites dans le pays.

Fig. 37. — *Intérieur d'un palais privé arabe, à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Toutes ces populations vivent dans des maisons. Leurs constructions varient d'aspect; mais, à l'exception de celles où se reconnaît l'influence européenne, toutes les pièces ont une forme oblongue. Le principe de la construction est une cour centrale, sur laquelle s'ouvrent les pièces de la maison. Ces pièces à Tunis ont la forme d'un T. Aux

deux extrémités de la barre horizontale, il y a, d'ordinaire, un lit aux colonnes dorées homériques. La partie verticale du T constitue une sorte de pièce secondaire. Des bancs disposés le long des murs permettent de s'installer et de se livrer à la conversation. Les fenêtres ne s'ouvrent que sur la cour intérieure, jamais sur la rue. Ces chambres sont recouvertes de terrasses. Les femmes circulent souvent de terrasse en terrasse sans passer par la rue.

Chez les riches (fig. 36 et 37), les murs intérieurs sont couverts de briques émaillées, montant parfois jusqu'au plafond. Celui-ci est souvent fait en plâtre tout dentelé. C'est une industrie locale très élégante, à peu près disparue aujourd'hui.

Descend-on au sud, on trouve, dans toute la région qui s'étend entre Gabès et la Tripolitaine, des modèles d'architecture spéciale. C'est ainsi que, dans le nord de Djerba, à côté des maisons du type nord-tunisien, on en trouve, — principalement les ateliers de tissage, — qui sont très spéciales comme construction. Ce sont des chambres assez allongées ; des contreforts soutiennent leurs murs pour qu'ils résistent à la pression du toit, qui est en forme de voûte. Les deux extrémités de cette chambre sont fermées par un mur vertical triangulaire, lequel est percé d'une porte. C'est là-dedans que l'ouvrier installe son métier (fig. 38).

Fig. 38. — *Atelier de tissage à Djerba.*
Photographie de M. Bertholon. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Ces voûtes, construites d'une façon plus primitive, se retrouvent sur le continent, et constituent les différents centres de l'oasis de Zarzis, de Medénine, de Metamer, de Jouema, de Ben Kreddach et autres guessour de la montagne. Ces chambres voûtées sont construites les unes à côté des autres. L'espace manquant, les propriétaires édifient une deuxième voûte sur la première. Quelques constructions arrivent même à comporter ainsi jusqu'à quatre ou cinq étages (fig. 40). Les portes donnent sur une cour centrale. Le côté de la campagne est solidement muré. L'ensemble des voûtes constitue de la sorte une petite forteresse, placée sur un relief de terrain pour en rendre l'accès plus difficile. Pour monter aux étages supérieurs, il faut s'accrocher des pieds et des mains sur des pierres ménagées en saillie le long des murs et qui servent d'échelles (fig. 40). Ces constructions servent surtout à loger des provisions. Leurs portes s'ouvrent au moyen de clés curieuses. Ces clés sont des planches portant des chevilles de bois. Ces chevilles doivent pénétrer dans des trous symétriquement creusés dans un verrou qui ferme la porte. Comme le verrou est à l'intérieur, on fait pénétrer la clé par un trou *ad hoc* ménagé dans la maçonnerie ; on emmanche les chevilles dans les trous ; en tirant ou en poussant, on ferme ou on ouvre la porte.

Le soin de la défense, peut-être la rareté du bois ou la recherche de la fraîcheur ont donné lieu aussi à des installations dans la terre. Il y a plusieurs espèces de Troglodytes en Tunisie. Les plus curieux et aussi les plus connus sont les Matmatas (Exemple : ceux de Hadèje près de Gabès, fig. 39). Voici comment se construit une de leurs maisons. On creuse dans le tuf un cube d'une dizaine de mètres de côté. Ce sera la cour de la maison souterraine. Quant elle est terminée, on évide sur les diverses faces les chambres de la maison : leurs ouvertures sont, comme dans les maisons tunisiennes, sur la cour. Leurs plafonds sont en ogive, c'est là une condition de solidité. Les bestiaux sont aussi logés dans le tuf. Leurs écuries communiquent avec la campagne par un couloir.

Ce type d'habitation troglodyte n'est pas le seul. Plus au sud, chez les Ghoumeracen, à Chenini et quelques autres points, les habitants enlèvent tout le tuf qui sépare deux bancs calcaires sur le flanc d'une colline en falaise. En avant de la chambre formée par cet évidement, ils bâtissent une construction de pierre. La famille habite la caverne. On met les provisions dans la pièce extérieure. De vrais villages existent ainsi chez les

Ghoumeracen, formant des sortes de ruches creusées aux flancs de leurs montagnes.

Enfin, le besoin de la défense a poussé ces sédentaires à jucher au sommet de pitons presque inaccessibles, de véritables acropoles (fig. 41). C'est ce que nous avons signalé dans le Bargou. Des veilleurs se tenaient constamment sur ces acropoles, prêts à faire retentir le tambour de guerre, pour avertir les travailleurs d'un coup de main provenant des nomades. La plupart de ces sédentaires, réfugiés sur ces sommets, ont dû, pour vivre, devenir serfs de nomades, qui les protègent. Eux-mêmes possèdent des serfs dans leurs propres villages. Ces derniers descendent sans doute des anciens fondateurs des villages, que les sédentaires, chassés par les nomades, ont soumis en se refugiant chez eux.

Fig. 39. — *Habitation de Troglodytes Matmatas.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Le même besoin de défense a poussé les gens de Djerba à faire de leurs fermes de véritables forteresses. Elles se composent d'un parc à bestiaux entouré d'une haute muraille, aux angles de laquelle s'élèvent des tours (fig. 43). En cas de guerre, les troupeaux se réfugient dans le parc. Les habitants armés s'embusquent dans les tours. Les fermes, se prêtant un mutuel appui, peuvent résister fort bien contre l'attaque des nomades. Le résultat obtenu est frappant. A Ajim, où ces fermes-forteresses existent, les cultures vont jusqu'à la mer. Entre

Fig. 40. — *Vue intérieure de Métamer montrant les maisons en voûte à plusieurs étages et les escaliers primitifs permettant d'accéder aux étages supérieurs.*
Photographie du Dr Carton. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

El Kantara et Sedouikèche, où ce mode de défense n'a pas été employé, le désert est en train de reconquérir cette portion de l'île.

L'architecture religieuse de la côte est celle des pays musulmans. Il faut cependant dire un mot des mosquées de Djerba. Les Djerbiens sont, au point de vue musulman, des protestants du rite Ouahabite. Ils ne croient pas à la mission divine des prophètes, y compris Mohamed. Leurs mosquées sont remarquables par leurs dimensions exiguës. Elles ont un minaret minuscule, surmonté d'une sorte de lanterneau, soutenant une pierre conique, plantée verticalement (fig. 42). Faut-il voir là quelque reminiscence d'un vieux culte phallique ? Ajoutons que, tandis que les musulmans orthodoxes se contentent de se déchausser pour entrer dans leurs mosquées, les Djerbiens, avant de pénétrer dans les leurs, poussent le respect jusqu'à quitter, comme impurs, non seulement leurs chaussures, mais encore leurs bas, et jusqu'à leurs culottes !

Fig. 41. — *Douiret, village de Troglodytes grimpeurs, construit sur une montagne isolée.*
Photographie de M. le lieutenant-colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

§ 3. — Populations des Oasis.

La population des oasis constitue, d'une façon générale, un groupe assez spécial. Celui-ci s'étend de la région de Gabès à la frontière algérienne, au nord et au sud des Chotts. Elle comprend quatre groupements principaux. Ce sont, en allant de l'est à l'ouest : les oasis de Gabès, celles du Nefzaoua, de Gafsa et du Djérid.

Les populations qui cultivent les oasis proviennent de deux rameaux ethniques principaux. A Gabès, on trouve, à peu près sans mélange, le type de petite taille, brun, à crâne allongé, que nous avons rencontré un peu partout.

Dans les autres oasis, surtout celles du Djérid, le type prédominant est celui que M. Collignon a décrit sous le nom de *type de Djérid*. Les indigènes de ce groupe sont à peau très bistre. Leur taille est élevée. Leur front et leur menton sont fuyants. Leur nez est concave, relevé et un peu large. Les lèvres sont fortes. La face est haute, étroite. Ce ne sont ni des nègres, ni des métis de nègres. Au point de vue anthropologique, c'est de la race de Néanderthal qu'ils se rapprochent le plus. Comme nous le disions au commencement de ce travail, ils paraissent continuer cette antique race sur la terre d'Afrique.

A côté de ces indigènes, vivent de nombreux nègres (fig. 44). Beaucoup ont été introduits dans le pays par l'esclavage. Le paludisme décime les populations blanches dans les oasis. Aussi est-il remarquable que celles-ci placent leurs villages en dehors

des palmeraies. Cela ne les empêche pas, chaque année à l'automne, de subir une mortalité excessive qui porte surtout sur l'enfance. Les nègres résistent mieux. C'est ce qui explique leur emploi, surtout au Nefzaoua. On peut en distinguer deux groupes. Les uns ont un type européen. Ils paraissent provenir de croisements répétés entre Berbères blancs et nègres. Quelques auteurs les ont décrits sous le nom de *Rhouaras*, d'après la population de l'oued Rhir, où la population de ce type est fort nombreuse. Les autres nègres sont des Soudanais comprenant toutes les variétés du continent noir. Ceux qui ont été importés directement sont reconnaissables à leur face couturée de larges incisions. Celles-ci varient selon la région d'origine. Les autres n'ont pas de tatouages.

Fig. 42. — *Mosquée des Ouhabites à Djerba.* — Les caractères propres sont : 1° de petites dimensions ; 2° un minaret constitué par un lanterneau surmonté d'une pierre conique, — vestige d'un culte phallique.
Photographie de M. Bertholon. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Il en est de la région des oasis comme de celle du littoral. L'Arabe a passé là, c'est-à-dire que la destruction s'y est opérée aussi complète que possible. A Gabès une série de petites oasis, tant au nord qu'au sud, montre ce que le pays avait été au temps des Romains. Les descriptions d'Edrisi font juger encore de la ruine croissante avec la présence des Arabes (Beni-Zid, Hamerna et Hazem). Au temps de Yacoût, c'est à-dire peu de temps après l'invasion de ceux-ci, on ne comptait pas moins de deux cents villages florissants et populeux aux environs de Gafsa. A peine relève-t-on la présence de sept centres à l'heure actuelle ! Les oasis du Nefzaoua sont en train de disparaître, par suite de la stérilisation progressive due à l'élément arabe. Les dunes non fixées ont envahi les palmeraies. Le désert gagne, l'industrie de l'homme ne s'opposant plus à sa marche progressive. Les indigènes de cette région ont presque tous été réduits à l'état de serfs des Arabes Ouled Yacoub et Beni-Zid. Les Chambâa, voire même les Touareg venaient aussi les piller. « Ces sédentaires n'étaient plus qu'un bétail exploitable à la fantaisie du seigneur et dont celui-ci trafiquait à sa guise [1]. » Quant au Djérid, ses richesses naturelles lui ont valu de subir bien plus de pillages encore que les autres oasis. Il fut à diverses reprises tout à fait dépeuplé !

Fig. 43. — *Ferme à Adjim (île de Djerba).* — C'est le type de la construction au sud de Djerba : tourelles à base carrée placées aux angles d'un parc entouré de murs, et percées de fenêtres rectangulaires pour la défense contre les indigènes.
Photographie de M. Bertholon. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Les tribus arabes, qui vivent autour et aux dépens de ces oasis, ont gardé, plus que celles du nord, leur type primitif. Les Hamamas, cependant, paraissent être des Berbères devenus nomades. On

[1] *La Tunisie*, 1896. *Les tribus*, p. 459.

trouve parmi eux un élément appréciable de sujets à tête ronde.

Peu de choses à dire du costume. Sur la côte, on porte la blouse de laine brune et le petit manteau à capuchon, classique sur le littoral. A l'intérieur, on se drape plutôt dans la longue pièce de laine brune, en forme de toge. Les femmes revêtent toutes le peplos bleu. Les négresses font exception en s'habillant d'étoffes de laine à rayures blanches et rouges.

Une des coutumes bizarres des gens des oasis est la cynophagie. Cet usage est en violation flagrante du Coran, qui interdit expressément l'usage de la viande de carnassiers. Malgré cette proscription, on mange du chien sous toutes les palmeraies. Pour excuser cet usage, les habitants prétendent que cette chair les préserve de la fièvre. On se trouve là en présence d'un vieil usage antérieur à l'Islam.

L'habitation de l'homme des oasis est le village en pierre. Les maisons se composent, comme dans le nord, d'une cour centrale sur laquelle s'ouvrent les diverses pièces. Celles-ci sont soit voûtées, soit surmontées d'une terrasse. Parfois, ainsi que cela est courant à Gabès, on ne se donne pas la peine de murer la façade des pièces qui donnent sur la cour. De simples colonnes soutiennent les plafonds (fig. 45 et 47). Aussi peut-on voir de l'extérieur ce qui se passe dans ces maisons originales, où la vie est constamment en plein air.

Fig. 44. — *Jeunes nègres des oasis (Gabès).*
Photographie de M. Valenza. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Beaucoup de villages ont leurs maisons groupées par quartiers séparés. De solides portes permettent de fermer chacun de ces quartiers. Ceux-ci forment alors comme autant de forteresses contre l'ennemi du dehors : le nomade. Souvent chaque quartier, comme cela a lieu dans le Djérid, est habité par une souche différente de population. Le manque de pierres a, dans ce dernier pays, fait employer la brique (fig. 46 et 48). A Tozeur en particulier les constructeurs, en variant la disposition des briques, obtiennent des façades ornées, d'un très agréable effet (fig. 49 et 50).

Les gens des oasis, très laborieux, sont généralement jardiniers. Tout y vient par l'irrigation. Leurs ensemencements de céréales donnent des récoltes très précaires. Par contre, ils irriguent leurs cultures soit par l'eau tirée à des puits, soit par des nappes artésiennes datant d'une époque inconnue, soit par de véritables rivières au cours régulier, comme l'oued Gabès. La distribution d'eau est réglementée. Chaque propriétaire a droit d'user de l'eau pendant une période de temps fixée à l'avance. A Gabès, cette organisation, encore en vigueur, a permis de conserver une fort belle oasis. A la Hamma, région voisine, où elle a disparu par suite de la présence des Arabes Beni-Zid, des quantités considérables d'eau se perdent inutilement. Aussi la palmeraie y est-elle misérable, tandis que c'est en termes admiratifs que tous les auteurs ont décrit la succession des végétations qui s'élèvent à

l'ombre des palmiers de Gabès, savoir les végétaux herbacés, puis les cultures arbustives et la vigne qui s'attache aux arbres comme une liane. Au-dessus de tout, les touffes des palmiers forment un immense dôme protecteur des rayons de soleil. Le prix de la terre ainsi cultivée atteint des chiffres inconnus dans le nord. L'hectare arrive à se vendre de 15 à 20.000 francs. Il faut ajouter que la propriété est fort morcelée.

Outre les légumes, les fruits divers et les dattes, les sédentaires, cultivateurs des oasis, pratiquent diverses industries. Les deux plus renommées sont la fabrication des tapis d'Ouderef près de Gabès et celle des couvertures de Gafsa. Ces dernières, aux larges dimensions, sont remarquables par l'archaïsme de leurs dessins. Ceux-ci représentent des caravanes de chameaux, aux formes triangulaires. Dans les dessins figurent divers motifs, parmi lesquels les plus intéressants à signaler sont : la croix, le peigne et le poisson.

Fig. 45. — *Maison à Djara (oasis de Gabès).*
Photographie de M. Albert. — Photogravure de M. L. Bordier.

III. — Quelques généralités sur les musulmans de Tunisie.

Après cette esquisse des traits les plus caractéristiques de chaque région, il paraît nécessaire de faire connaître les généralités qui appartiennent à tout groupement musulman.

Le culte est un monothéisme. Le Coran, que nous n'avons pas à analyser, en est le livre sacré. Les variantes dans l'interprétation ont créé divers rites. Les principaux sont : le rite Maleki, particulier aux indigènes, et le rite Hanefi, propre aux gens d'origine turque. Nous avons parlé aussi de la secte des Djerbiens.

Le Coran n'est pas un simple livre religieux. Il s'occupe d'une série de détails soit sociologiques,

soit économiques, soit hygiéniques, qui n'ont rien de commun avec la divinité. Aussi les sectateurs de cette religion se trouvent-ils dominés par elle dans les moindres actes de leur existence. Cette règle tyrannique est strictement observée. Ainsi

Fig. 46. — *Maison à Debabeha, au bord du chott.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

s'explique pourquoi sur les points les plus divers du globe, les peuples musulmans, quoique de races différentes, présentent tant de ressemblances. La même règle explique pourquoi notre civilisation n'a jamais pu pénétrer et *ne pourra jamais pénétrer* dans les mœurs des populations islamiques. L'espoir de ceux qui rêvent l'assimilation des indigènes de l'Afrique du Nord peut se classer parmi les utopies les plus dangereuses pour l'avenir de notre nationalité dans cette région.

La religion musulmane, à côté de rares maximes de tolérance, est un chant de haine et de guerre contre ceux qui n'ont pas embrassé l'Islamisme, c'est-à-dire contre nous. Aussi une assimilation n'est-elle possible que par l'abandon des doctrines coraniques. Ce n'est pas précisément ce

Fig. 47. — *Type de maison à Gabès*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

qui tend à se dessiner. Fusionner avec une race maudite serait un crime : une apostasie.

Cet amour de la religion est entretenu par la prière, qui se fait cinq fois par jour. Chaque année un jeûne de vingt-huit jours vient raviver la foi. Du lever au coucher du soleil, le musulman ne doit alors ni avaler une miette de pain, ni boire une goutte d'eau, ni fumer une bouffée de tabac. Cette privation — bien dure à supporter pour les malheureux, qui malgré cela ont à peiner pour gagner leur vie, — entretient leur fanatisme. Le pèlerinage à la Mecque, un des buts de

Fig. 48. — *Maison et marabout à Nefta.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

l'existence de tout musulman, lui permet de se purifier du contact des chrétiens, et nos gouvernants facilitent ces voyages religieux ! Enfin, des confréries nombreuses, plus ou moins secrètes, empêchent la foi de tiédir. Les principales sont : les Kaderias, les Tidjanias, les Senoussias, les Suleïmias, les Aïssaouas, etc.

Les Senoussias, qui font massacrer tous les voyageurs qui s'aventurent hors de la protection de nos baïonnettes, sont fort connus. Les Aïssaouas, disciples de Sidi-Ben-Aïssa (Jésus) jouissent aussi d'une grande notoriété par suite de leurs pratiques. Les disciples s'assemblent dans leurs zaouïas ou chapelles. Ils se préparent, en hurlant un chant rythmé, accompagné de brusques balancements de tête. Ce mouvement de tête, de plus en plus précipité, les étourdit et finit par les hynoptiser. Quand le directeur de la cérémonie voit un des fidèles arrivé à point, il le fait livrer à l'exercice qui lui est habituel. Les uns mangent des feuilles de cactus avec leurs épines ou se roulent dessus, d'autres avalent des clous ou des scorpions. Quelques-uns s'enfon-

Fig. 49. — *Maison à Tozeur.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

cent, à coups de maillet, des instruments piquants dans le corps. D'autres enfin trouvent moins désagréable de se contenter de simuler quelque animal et de grimper après les arbres ou sur les murs. L'exercice terminé, le directeur de la cérémonie réveille le fidèle. Celui-ci va le plus souvent s'asseoir à l'écart, dans un état d'obnubilation qui s'atténue peu à peu.

Deux questions de mœurs musulmanes peuvent intéresser directement les Européens. L'une est la question des prêts. Le Coran défend de prêter de l'argent à intérêt. Cette interdiction, absolument impossible à suivre, est tournée de la façon suivante : L'indigène porte sur la reconnaissance de l'argent prêté une somme supérieure à celle qu'il reçoit. La différence représente l'intérêt. Chaque année, il renouvelle son prêt soit en payant une somme qui représente les intérêts, soit, ce qui est plus fréquent, en augmentant sa dette d'une somme équivalente aux intérêts. Ces augmentations successives, surtout entre les mains des Juifs, arrivent rapidement à absorber le capital. Le propriétaire imprévoyant abandonne alors son bien au prêteur moyennant une faible somme, à moins qu'il ne préfère laisser vendre au tribunal. D'une façon comme d'une autre, la terre échappe d'une façon régulière aux mains des propriétaires musulmans, tous plus incapables les uns que les autres de régler leurs dépenses sur leurs recettes.

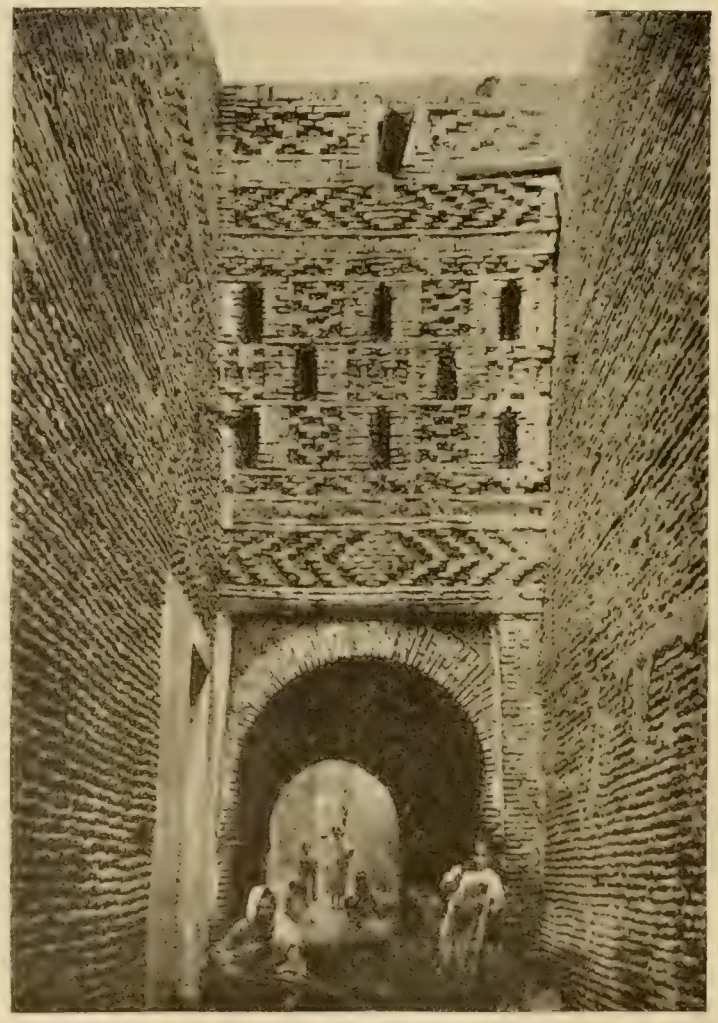


Fig. 50. — *Façade d'une maison à Tozeur.*
Photographie du Dr Carton. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Une autre particularité est la constitution des *habbous*. On appelle de ce nom les biens de mainmorte. Ces biens sont inaliénables. Le donateur consacre les revenus des biens rendus habbous soit à l'entretien de fondations pieuses, soit encore à celui de sa descendance. L'exploitation de ces biens de mainmorte est affermée aux personnes qui la demandent, moyennant une rente fixe d'une durée éternelle, nommée *enzel*. La rente est actuellement déterminée par la demande, car on met les biens aux enchères. On les adjuge naturellement au plus offrant.

Cette organisation, qui paraît très sage, ne répond pas aux besoins de la colonisation. En effet, l'Européen, désireux d'acquérir un enzel, doit se mettre aux mains d'un courtier indigène, à moins qu'il n'aille lui-même aux enchères. Dans un cas comme dans l'autre, il paie un enzel toujours exagéré, car on ne manque pas de faire monter les enchères dès qu'on reconnaît qu'un roumi (chrétien) est postulant. Aussi, beaucoup de Français ont-ils leurs propriétés grevées par des enzels exagérés. Autrefois les biens habbous étaient sous la direction d'agents ou *oukils*, chargés de négocier leur location ou leur enzel. Ils ne rapportaient que peu de chose, un pourboire approprié atténuant les exigences de l'oukil. Cette facilité avait permis à certains colons d'acquérir dans d'excellentes conditions de beaux domaines. Le jour où la vente aux enchères a été instituée, la colonisation en a reçu un coup très rude. Les statistiques sont là pour en faire foi. Un autre danger de cette réglementation provient de ce que les revenus des habbous, comme tous biens de mainmorte, alimentent les caisses du clergé musulman. Or, plus la terre prend de plus-value,

plus on fait payer cher les enzels, plus ce clergé tend à devenir puissant et riche. L'expansion de notre colonisation viendra donc renforcer la caste qui tend à nous être le plus hostile. Un moyen de mettre fin à cette situation inquiétante sera que l'État tunisien afferme en bloc tous les biens habbous, moyennant un enzel ou rente fixe et bénéficie des plus-values qui pourront se produire dans les revenus des habbous.

d'Afrique. On sait que les Israélites proprement dits étaient des Sémites, qui ont conquis et assimilé les populations sédentaires de Palestine. Or, celles-ci se composaient, en outre d'éléments syriens, de nombreux sujets d'origine européenne, parmi lesquels les blonds Amorites. Cette population mêlée est venue en Afrique en plusieurs bancs et spécialement avec les Phéniciens, après la destruction du temple de Jérusalem et enfin avec l'invasion musul-

Fig. 51. — *Cérémonie de la circoncision dans une synagogue de Tunis, montrant la variété des types israélites tunisiens.*

Photographie de M. Valenza. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

IV. — Les Israélites.

L'élément juif constitue une part importante de la population tunisienne. Tunis passe pour être une des villes de la Méditerranée qui renferme le plus d'israélites. Il s'en trouve environ 30.000 individus. Nabeul, Sousse, Sfax, Gabès, Djerba, renferment également un élément israélite fort appréciable.

La population juive ne présente pas, à proprement parler, de caractères ethniques bien accusés. Provenant d'un pays déjà soumis à de fréquents mélanges, elle en a subi de nombreux encore sur la terre

mane. L'immigration arrivée sous Titus paraît s'être livrée à un prosélytisme très ardent. Beaucoup de Berbères avaient adopté le judaïsme. C'était même la religion de la Kahena. Cette similitude de religion amena de nombreux mélanges avec les populations locales. Plus tard les juifs venus d'Espagne, les juifs livournais, puis des juifs venus de France, surtout de Constantinople et d'Asie Mineure, ont continué à infuser leur sang dans les veines de cette population mélangée.

La photographie que reproduit la figure 51, prise dans une synagogue, montre quelle variété de types on trouve, depuis le brachycéphale jusqu'au

sujet négroïde ! On y découvre à peine la figure classique, si connue, du juif d'Europe. Malgré cela, on reconnaît dans la rue un Israélite, qu'il soit brun ou blond, qu'il soit même habillé à l'européenne. L'œil dans ce cas est plus frappé de l'habitus général du sujet que des traits spéciaux de son visage. D'une façon générale, on peut dire qu'au physique, comme d'ailleurs au moral, l'Israélite livournais se rapproche plus du juif que nous connaissons en Europe, tandis que le Tunisien proprement dit a un aspect plus *européen*.

Au point de vue administratif, les Israélites tunisiens se divisent en deux communautés. L'une est celle des Tunisiens proprement dits; l'autre, des Livournais ou Grana. Ces derniers, différents par les mœurs, le langage et le rituel, ont constitué un schisme en 1710. Ils obtinrent même, en 1824, du bey Hussen la permission d'avoir un chef caïd spécial, des temples, des rabbins et une administration autonome. Ce groupe forme une sorte d'aristocratie dans le milieu juif. Il se compose des réfugiés venus d'Espagne, renforcés par l'immigration d'Israélites venus de Livourne. Ces Livournais, par leurs relations européennes, par leurs richesses et aussi leur instruction, purent acquérir une situation moins avilie que les juifs tunisiens proprement dits. Leur influence auprès des beys, comme médecins, hommes d'affaires, banquiers, etc., fut prépondérante. Aujourd'hui encore, ce sont les adversaires les plus tenaces de l'occupation française de la Tunisie. La plupart des manifestations italiennes sont provoquées et même subventionnées par eux.

Fig. 52. — *Jeune fille juive de Tunis en costume de ville.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

L'Israélite tunisien diffère du livournais. La plupart des membres de cette communauté sont très pauvres. Tandis que les Livournais ne s'occupent guère que de banque, de change, de commerce et de professions libérales, les Tunisiens exercent des professions manuelles (tapissiers, tailleurs, cordonniers, bouchers, menuisiers, ferblantiers, orfèvres, brodeurs, etc).

Leur sobriété remarquable leur permet de fabriquer toutes choses à des prix modiques. Depuis l'occupation, ils envoient leurs enfants aux écoles de l'Alliance israélite. Les enfants qui en sortent accaparent toutes les places pour lesquelles une instruction primaire est suffisante, telles que commis de magasin, clercs d'huissiers, d'avocats, de défenseurs, comptables, etc. Leur connaissance de tous les idiomes du pays et les appointements très modérés qu'ils demandent en font, dans ces diverses bran-

ches d'activité, l'objet d'une concurrence impossible à soutenir pour nos nationaux. En ce moment, on essaie de les pousser à l'agriculture.

Chaque communauté israélite de Tunis pratique largement la charité. Diverses taxes ont été établies pour assurer des fonds aux malheureux si nombreux. L'une des plus importantes est le monopole de la viande de boucherie. Le prix de celle-ci est majoré dans des conditions fixées. Le produit de cet impôt est consacré à l'assistance

Le costume des hommes a longtemps été imposé par des lois édictées par les beys. Les Israélites devaient avoir des vêtements spéciaux, de couleur sombre, généralement bleue, avec des pantalons gris. Les Livournais obtinrent, comme une faveur, de pouvoir porter un bonnet blanc de coton. Quant au chapeau et aux vêtements européens, ils leur étaient interdits. En 1823, un Israélite, protégé anglais, qui avait violé cette règle, fut emprisonné. Il ne fallut rien moins que la menace d'une démonstration

Fig. 53. — *Femme juive de Tunis dans son intérieur.* (Les Juives deviennent toutes très grasses On les engraisse en vue du mariage.)

Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

navale pour le faire élargir. Actuellement, les jeunes générations prennent de plus en plus notre manière de se vêtir.

Les femmes ont adopté, dans le nord, le costume des bourgeoises musulmanes : — bonnet conique, blouse courte, pantalon plus ou moins collant (fig. 52). C'est même une curiosité de la ville de voir

Fig. 54. — *Juif riche de Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

ces femmes se promener dans les rues, avec leurs blouses de soie, aux couleurs les plus voyantes et les plus disparates. La jeune génération se met de plus en plus à l'européenne.

Dans le Sahel, les juives revêtent d'ordinaire de grandes blouses formant robes, qu'elles serrent à la taille. Dans le Sud, elles portent une étoffe de cotonnade anglaise à carreaux rouges et noirs, qu'elles drapent en forme de péplos.

Signalons, dans le nord-ouest, certains groupes israélites vivant sous la tente avec les indigènes, dont ils portent le costume. Ces gens sont de préférence forgerons. On compte des blonds parmi eux. Ils paraissent descendre de Berbères judaïsés. La communauté juive de Djerba, très particulière elle aussi, me paraît provenir d'une origine identique.

Jusqu'à notre arrivée, les juifs étaient parqués dans des quartiers spéciaux. Ces quartiers, aux rues étroites et malpropres, étaient particulièrement malsains, d'autant plus que la misère amenait, dans un même domicile, des accumulations de population. Actuellement, les familles relativement aisées descendent dans les quartiers européens. Un groupe de familles loue un appartement. Chaque pièce contient une famille distincte, et la cuisine est en commun. Le bruyant voisinage de ces tribus campées dans un appartement en fait fuir le voisinage par les Européens. Aussi les maisons qui sont louées par les juifs, ressemblent-elles à de vastes casernes de gens de cette race.

V. — Les indigènes jugés au point de vue français.

Au point de vue français, on peut juger comme il suit de la population indigène tunisienne :

La colonie française peut et doit se multiplier dans la Tunisie centrale, pays riche, mais désert. Certains indigènes sont susceptibles de fournir une main-d'œuvre, très inférieure cependant à celle des Européens. Le gouvernement local a les moyens, par les caïds ou chefs de tribus, de faire respecter par les Arabes les propriétés des colons.

Sur les côtes, le haut prix des terres rendra la colonisation de peuplement difficile, mais il y a place pour de nombreuses industries alimentées par l'agriculture indigène. On peut s'attacher les gens du littoral par l'intérêt bien compris, et obtenir d'eux un loyalisme suffisant.

Les gens des oasis seront toujours aux mains du plus fort. Nos nationaux n'ont d'ailleurs pas d'établissements bien importants à fonder dans cette zone.

Quant aux Israélites, ils se précipitent avidement à notre enseignement, ils s'efforcent par tous les moyens de s'initier à notre civilisation ; mais toute cette ardeur est tournée vers un but très particulariste. Ils créent une nationalité juive dans le pays. A mesure que cette nationalité se perfectionne, elle constitue pour nos nationaux un élément de concurrence de plus en plus redoutable.

Dr Bertholon,
Ex-Médecin major de l'Armée française en Tunisie.

VUE GÉNÉRALE DE LA TUNISIE

Chevaucher, au printemps, sur des routes peu frayées, vers des horizons largement ouverts, dans un pays qu'enveloppe encore un voile de mystère et sur lequel flotte une légère brume d'inconnu, c'est, lorsqu'on est jeune par l'âge ou par le tempérament, un des plaisirs les plus salutaires et les plus forts qui puissent égayer nos yeux, enchanter notre esprit et réjouir notre cœur.

« Tunis la Blanche », disent les Arabes. Les quinze années qui se sont écoulées depuis que la France a établi son protectorat sur le beylik de Mohammed-es-Sadok, n'ont point modifié cet aspect, qui plaît aux peintres, aux poètes, aux touristes et aux photographes. Un nouveau Fromentin peut venir s'installer, avec son papier, sa plume et son écritoire, sur les hauteurs du Djabel-Bou-Kernein, ou simplement sur les pelouses inclinées du Jardin d'Essai : il aura là tout loisir pour décrire cet éclat aveuglant des pierres crues et de la chaux vive (fig. 1), cette rondeur éblouissante des coupoles d'Orient (fig. 2), cette belle couleur de burnous qui, se heurtant au cobalt pur du ciel africain, mettait en joie le peintre du Sahara et du Sahel.

Fig. 1. — *Place Bar-Souïka, à Tunis.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Ce divertissement, fertile en occasions de rêve, la Tunisie nous l'a donné, grâce à l'initiative d'un homme d'action en qui le souci d'un lourd devoir administratif n'a pas éteint l'allégresse intellectuelle, le goût des sensations et des idées, l'ardent désir de comprendre et de faire comprendre. M. René Millet, Résident général de la République française auprès de S. A. le Bey, a réuni quelques savants, des membres du Parlement et de l'Institut, quelques artistes, quelques écrivains, et les a guidés à travers la Régence (fig. 12), pendant trois semaines dont les visions et les mirages laisseront, au fond de leur mémoire éblouie, un lumineux souvenir.

Pareillement, les travaux d'aménagement, d'amélioration et d'outillage entrepris par le Gouvernement français (chemins de fer, ports, routes, aqueducs), n'ont point changé le caractère du paysage tunisien. Les voyageurs qui ont perdu de vue la Régence, y trouveront beaucoup plus d'eau

et un peu plus d'ombrage que par le passé. Les labours répétés, l'emmagasinage des eaux pluviales, ont étendu de plusieurs milliers d'hectares la surface des terrains favorables à la culture des olivettes. Un système agricole, qui s'inspire fort heureusement des méthodes et des exemples légués par les Romains, a augmenté, en peu de temps, la fertilité de ce pays, que les Arabes avaient, pour ainsi dire, raclé et tondu. Mais M. Amable Crapolet, qui débarqua sur la berge de la Goulette au mois de mai 1859 (M. Léon Roche étant consul), reconnaîtrait sans peine, aux alentours de la Manouba, les touffes de lentisques, de jasmins, de grenadiers et d'oranger où il aimait à goûter la tiédeur des siestes. L'ingénieur Daux, qui fut chargé, en 1868, de lever la carte des antiques *emporia* phéniciens en Afrique, recommencerait à improviser des phrases lyriques s'il revoyait la Medjerdah « roulant des torrents de sable et de vase près de l'ancien cap d'Apollon ». Les dattiers du Djérid sont à peu près les mêmes qui abritèrent de leurs palmes MM. Tirant et Rebatel en 1874, MM. Cagnat et Saladin en 1883.

On ne s'appliquera donc pas, dans le travail que voici, à fixer, en dessins ou en aquarelles, un décor dont la beauté ensoleillée mériterait d'être étudiée longuement, minutieusement et à part. On tâchera d'apercevoir les hommes et les femmes qui habitent sous ce ciel clément, qui vivent, là-bas, des moissons de la terre labourée ou qui cherchent leur subsistance çà et là, au gré des saisons, en déroulant leurs tentes et en poussant leurs troupeaux de chameaux et de chèvres, et en mangeant des sauterelles rôties, de la farine d'*akoul*, de la gomme d'acacia, des graines de coloquinte, parmi les jujubiers sauvages et les genêts épineux du désert.

Fig. 2. — *Vue gé*
Photographie de M. Garrigues. — Photo

On tâchera de peindre les races que la loi des migrations humaines a dirigées vers ce coin d'Afrique et les nationalités diverses que les combinaisons de la politique européenne y juxtaposent. Si une touche de verdure, d'azur ou de sable s'ajoute parfois à la description des individus et des groupes, c'est qu'en effet il n'est pas possible de faire voir un cheik des Zlass sans indiquer les fourrés de cactus et les plaines mornes où il exerce son autorité

pastorale, ni de montrer un village de l'Arad ou du Djérid sans dessiner, au-dessus des huttes d'argile, la tige fluette et l'éventail épanoui des palmiers, ni de faire voir un bûcheron Khroumir sans étendre sur lui les larges ramures des chênes-lièges, ni enfin un montagnard de Maktar sans profiler au loin les massifs du Djebel-Berberou, les blocs de roches calcaires, et les terrasses sablonneuses, où se creuse, en vastes gradins, l'escalier des Gazelles.

race une certaine répugnance pour les associations corporatives. La philanthropie, la pédagogie, la science, les lettres, les arts, la charité, ou simplement le désir de s'amuser en commun, ont suscité, là-bas, une quantité de sociétés bienfaisantes, enseignantes ou charitables. Tandis que les « Gaudes » la « Corse », l'« Ile de France » s'assemblent surtout pour banqueter en l'honneur du pays natal, tandis que la « Chorale franco-tunisienne », la « Cigale » et l' « Harmonie » contribuent, par la musique, à

nérale de Tunis.
gravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

l'adoucissement des mœurs, la « Société des dames de charité » pourvoit au soutien des pauvres, le « Comité local de l'Alliance française » fonde des écoles et ouvre des bibliothèques, le cercle tunisien de la « Ligue de l'Enseignement » offre au public des distractions littéraires, et l'Institut de Carthage élabore un vaste programme d'études, en tête duquel on lit cette belle devise : *Travail et Concorde.*

12.000 Italiens, établis à Tunis, exercent principalement la profession de terrassiers, se donnent, de temps en temps, des coups de couteau entre eux, subventionnent des écoles où la haine des

I. — Tunis.

Les plus récentes statistiques évaluent à 10.000 le nombre des Français établis à Tunis. Ils sont logés presque tous dans le quartier franc, qui, par ses rues droites, ses avenues rectilignes, ses arbres maigres, ses maisons proprettes et neuves, fait songer à certaines villes d'Orient hâtivement construites : Athènes, Syra, le faubourg maritime de Smyrne.

Les mêmes statistiques affirment que les Français de Tunis, par leur esprit de solidarité, font mentir les vieux préjugés qui reprochent à notre

Français est presque ouvertement enseignée, se croient descendants de Scipion l'Africain et regardent d'un mauvais œil notre Protectorat.

12.000 Maltais, répartis un peu partout dans la ville, ont accaparé, presque entièrement, le monopole des moyens de transport. Ils mènent, à fond de train, à travers les rues étroites, des landaus inquiétants et des animaux maigres. Au fond, ces cochers, qui ont l'air casse-cou, sont très prudents et très sûrs.

Les 40.000 Juifs de Tunis se sont réservé les métiers qui exigent beaucoup d'adresse, de la patience, du flair, un don inné de commerce et d'échange, le sens du calcul et peu de main-d'œuvre. Ils sont passés maîtres dans l'art des transactions, petites ou grandes. Ils sortent, le matin, des quartiers populeux où pullule leur tribu, et se répandent aussitôt, les uns en robe de cotonnade et en culotte bouffante, les autres en « complet » européen, dans tous les endroits où l'on vend sans

Fig. 3. — *Rue de Souk-el-Bélat, à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

fabriquer. Postés surtout dans les pittoresques échoppes des « souks » (fig. 3), dans le va-et-vient des touristes en quête de couleur locale, ils s'accrochent

Fig. 4. — *Vue extérieure d'un bazar.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

aux passants, et les obligent, par des paroles engageantes, à regarder leur pacotille de bibelots levantins : tapis enluminés de cochenille, d'indigo, de henné ; gandourahs de six coudées ; burnous de laine blanche, haïks de soie, turbans teints à la couperose, essences de rose, d'églantier, de géranium rosat et de jasmin, selles et pistolets (fig. 4), bref tout ce qu'il faut pour éveiller, dans l'âme des clients de Cook et de Lubin, le mirage des *Mille-et-une-Nuits*. Ils savent, dès le premier coup d'œil, apprécier l'état d'esprit des flâneurs dont ils con-

voitent les piastres. A M. Perrichon ils prodiguent leur camelotte. Aux autres, à ceux qu'ils entraînent mystérieusement dans leur arrière-boutique, ils proposent, avec des mines friandes, des brûle-parfums d'argent massif ou de bronze ciselé, des bracelets incrustés de gemmes, des plaques d'or où serpentent des écritures indéchiffrables, parfois des trésors véritablement rares et précieux, tout ce que les mercantis économes ont pu drainer dans la débâcle des Arabes.

Le jour du sabbat, le quartier juif est tout fleuri de couleurs joyeuses. Les femmes, les jeunes filles sont accotées au garde-fou des terrasses, assises derrière le grillage des fenêtres, ou debout sur le pas de leurs portes, et causent. Elles ont, presque toutes, de fort beaux yeux, noirs et languissants. Mais celles d'entre elles qui sont mariées s'alourdissent de rondeurs bouffies et flasques. Elles emmaillotent leur embonpoint dans des culottes et des vestes, qui les font ressembler à des paquets vivants et grouillants (fig. 53 de l'article du Dr Bertholon). Les jeunes filles sont plus jolies. La casaque collante, le pantalon, serré au-dessus de la cheville, enveloppent leurs formes robustes et fines sans trop en dissimuler le contour (fig. 52 dudit article). Malheureusement dès qu'elles sont fiancées, on les engraisse. Les épouseurs juifs, à Tunis, apprécient, avant toutes choses, l'ampleur et le poids... La plupart des almées qui dansent la danse du ventre dans les cafés de la rue Halfaouine, et qui deviennent quelquefois « belles Fatmas » pour Expositions universelles, sont des Juives de Tunis (fig. 9).

Fig. 5. — *Porte de maison arabe à Tunis.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

On compte, à Tunis, 65.000, musulmans indigènes. Ils habitent principalement autour de la Kasbah, dans un quartier de maisons blanches, serrées les unes contre les autres, et dominées par des minarets carrés. Une ligne de tramways, installée depuis le 1er août 1887, par une compagnie belge, traverse la ville arabe, et aboutit à la porte Bab-Benat, voisine de cette mosquée de Sidi-Mahrez qui, par ses huit coupoles, fait songer à Sainte-Sophie. Depuis le 11 avril 1884, les plus

mystérieuses impasses de la vieille capitale des beys sont éclairées au gaz L'électricité elle-même de son réseau magique à travers les murailles des harems. C'est maintenant la vapeur qui, dans

Fig. 6. — *Rue des Andalous, à Tunis.*
Dans leurs demeures, les femmes, très curieuses du mouvement de la rue, se cachent derrière leurs fenêtres, soigneusement grillées, et parfois surveillent ainsi les allées et venues de leurs maris.
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

a envahi ce domaine sacro-saint, et sert à nickeler, dorer, argenter les bijoux dont se parent les femmes des Croyants. Le téléphone étend les fils cette cité de nonchalance et de routine, s'emploie à fabriquer l'huile, la glace, le tabac et jusqu'à ces boissons gazeuses dont les Mahométans, privés de

vin, font leurs délices. Les Arabes assistent, sans trop s'émouvoir, à toutes ces innovations. Ils n'en sont ni scandalisés, ni surpris, et acceptent volontiers toutes les commodités que leur prodigue l'esprit inventif des Infidèles. D'ailleurs, ces empiétements de l'industrie européenne n'ont pas ôté aux alentours de la Kasbah ce caractère oriental dont les dilettantes sont justement curieux. Notre civilisation côtoie celle des Arabes, et, par endroits, la pénètre, sans la détruire. Le télégraphe, la poste, les trottoirs, la police, les écoles n'empêchent pas les Arabes d'avoir gardé, avec les traits extérieurs de leur race (visage ovale, front étroit, nez aquilin, œil noir, barbe rare, noire et frisée), la plupart des coutumes qui les signalent à l'attention des voyageurs, des humoristes et des peintres. Si quelque chose peut abâtardir la race arabe et lui ôter ses caractères intéressants, c'est, bien plus que nos institutions, la loi religieuse qui encourage la polygamie, permet l'union avec des femmes d'autre race et menace ainsi l'intégrité du type ethnique.

Fig. 7. — *Marchand de légumes et cuisinier à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Mais, il y a toujours, devant les cafés de la porte Saâdoun et de Souk-el-Birka, des loqueteux amusants, qui flânent, les jambes croisées, sur des nattes d'alfa, respirent des parfums de musc, de rose et d'ambre, et fument de la fleur de chanvre, tandis qu'un joueur de luth module quelque vieille mélodie en agaçant les cordes rauques de son instrument. Dans le dédale des rues tournantes, on aperçoit, au passage, mille spectacles menus, où l'on voudrait s'arrêter : un cuisinier (fig. 7) qui accommode, en plein vent, son *couscous* au piment, au lait et au miel, ou sa *thebika*, mélange de légumes verts, cuits à l'huile ; — un pâtissier qui combine en savantes mixtures le coriandre, la cannelle, la girofle, le fenouil et l'anis ; — une poule installée avec ses poussins dans une encoignure, sous le porche d'une mosquée ; — un conteur qui pérore tranquillement au milieu d'un cercle de burnous ; — quelque gros et important personnage, cheminant, en robe rose et en souliers vernis, sur une mule harnachée de velours et d'argent ; — une bande de chameaux qui s'allonge en procession interminable le long des boutiques d'un « souk ; » — un vieux notaire, dont le profil, penché sur quelque parchemin, s'encadre dans le carré d'une fenêtre.

Le grouillement déguenillé et splendide des villes d'Orient, les cris des marchands dans les rues, la mélopée plaintive des mendiants, les petits ânes surchargés, dont le pied glisse sur les pavés pointus, toutes les rencontres imprévues qui, dans ces cités de rêve et de misère, amusent ou heurtent le passant, un fou qui se promène, hagard, et que chacun regarde avec une pitié mêlée de respect, un nègre danseur qui se trémousse en faisant cliqueter des castagnettes de fer battu, une femme voilée qui chemine en rasant les murs, droite et silencieuse dans le flottement de ses mousselines de soie, tout cela est encore vivant, remuant, bariolé dans la Tunis moderne, restée multicolore et diverse, malgré les inventions de l'Occident [1].

[1] Le quartier Européen à Tunis, quartier tout nouveau, sera décrit dans l'article de M. de Fages sur les Travaux publics dans la Régence. (Note de la Direction.)

II. — De Tunis a Téboursouk.

C'est à Medjez-el-Bab, quatrième station du chemin de fer qui va de Tunis à la frontière algérienne, que nous avons vu, pour la première fois, les populations indigènes dans leur décor familier, loin des centres cosmopolites où l'Arabe, subtil et commerçant, s'exhibe plus ou moins, pour divertir les voyageurs.

Fig. 8. — *Petit garçon de douze ans suivant les dames au marché pour porter leurs emplettes.*
Photographie de M. Garrigues.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

C'était le 5 avril. Le ciel était un peu voilé de nuages. Par moments une petite pluie fine battait les vitres de nos wagons. La voie ferrée longeait des haies de cactus [1], côtoyait des cimetières, dont les tombes, envahies d'herbes folles, s'éparpillaient autour de la coupole blanche d'une *koubba*. Parfois, une maison coquette et légère — résidence d'été de quelque dignitaire beylical — apparaissait à travers les branches des mandariniers. Passé le Bardo (fig. 11), nous vîmes un aqueduc espagnol, dont les arches de pierre rousse semblaient enjamber la

Fig. 9. — *Danseuse juive.*
Photographie de M. Garrigues.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

campagne rayée d'averses. A la station de la Manouba, un gentil chasseur bleu, sur un cheval blanc, flâne et regarde le train... Voici l'aqueduc de Carthage, ruine ébréchée, parmi des labours ensemencés de blés pauvres, où s'étale, au creux des sillons, une neige de pâquerettes blanches... Un douar, des tentes de poil de chameau, à deux pas du chemin de fer. Un troupeau de bœufs efflan-

[1] C'est ainsi que les touristes et les faiseurs de descriptions appellent l'*Opuntia* épineux. Je me soumets à l'usage courant. Cette plante, d'ailleurs, ne mérite point d'être considérée comme caractéristique du paysage africain. Car elle fut importée d'Amérique par les Espagnols et répandue, par eux, dans le Maroc, d'où elle s'étendit jusqu'aux contrées voisines. On la trouve aujourd'hui dans tout le nord de l'Afrique.

qués se sauve à droite et à gauche de la locomotive, à travers les jachères. Rien de plus curieux que la superposition brusque de notre matériel compliqué et savant sur cette terre barbare. Les fils du télégraphe dessinent de fines nervures sur un fond de collines molles, dont la verdure courte est ponctuée de rondeurs blanches par les dômes des marabouts. La plaine est pâle, étant couverte, presque entièrement, par des rameaux secs de jujubier sauvage. Cette plante est l'ennemie du laboureur. Elle s'accroche obstinément au sol, et persiste à s'enraciner, alors que le lentisque, le genêt d'Espagne, la ronce agréable aux chameaux, les broussailles d'azerolier, le romarin, le thuya et le garou se prêtent davantage à l'arrachement. Pourtant, les environs de Tunis, défrichés, çà et là, par la colonisation, commencent à se dépouiller du linceul de mauvaises herbes où des siècles de paresse et de désespérance avaient enseveli ce sol tant piétiné, si souvent dévasté. Blâme qui voudra, — au nom d'un art qui se brouille avec la vie ! — ces empiétements de l'agriculture, de l'industrie et du commerce. Il est certain que les minoteries neuves, éparses dans ce pays naguère encore si sujet aux famines, donnent une impression de sécurité. Mon voisin de wagon, M. le commandant Plée, chef du Service des renseignements près la Résidence générale, me fait remarquer au passage une exploitation agricole dont les murs blancs, les briques rouges, les haies bien alignées, les outils correctement rangés, font plaisir (vraiment oui), au milieu de l'incurie des Arabes.

Fig. 10. — *Femmes sur les terrasses des maisons accueillant les voyageurs par des cris.*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 11. — *Escalier des Lions, au Palais du Bardo, près de Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

C'est la propriété, on pourrait dire la conquête de M. Trouillet, un colon qui est venu ici avec 20.000 francs et la résolution de ne rien emprun-

ter. C'est une joie que de voir ainsi, de ses propres yeux, sans l'intermédiaire d'un livre ou d'un conférencier, ce que peuvent la ténacité et l'initiative. Nul tableau comparatif, nul graphique, nul diagramme ne vaut ce spectacle, qui est une leçon d'énergie.

M. Klepper, contrôleur de Beja, venu à cheval de sa résidence, nous rejoint en route et monte dans le train. C'est un grand jeune homme blond, aux yeux francs, d'allures dégagées, de tournure militaire, portant avec aisance l'uniforme élégant et sobre qu'un règlement récent attribue aux agents de son grade : képi brodé d'argent, dolman soutaché de ganses noires. Si les douze autres contrôleurs de la Régence ressemblent à M. Klepper, les indigènes ont assurément une bonne opinion de notre race.

La station de Medjez-el-Bab est située à un kilomètre environ de la bourgade arabe qu'elle dessert. Ce point sera plus tard le centre d'un actif roulage, lorsque les mines du Djebel-el-Akhouat seront complètement exploitées. M. Klepper me fait remarquer les eucalyptus, dont la végétation salubre enveloppe de verdure et d'ombre la maison du chef de gare. « La pousse de ces arbres, me dit-il, est incroyablement rapide. Ceux-ci n'ont pas plus de sept ans. » Autrefois, on combattait la *malaria* du maquis tunisien en brûlant beaucoup de mastic, de myrte et de romarin. L'eucalyptus remplit maintenant cet office, jusqu'à ce que la culture intensive ait détruit, dans toute la région, les germes de la fièvre.

Aux abords de Medjez-el-Bab, un orchestre villageois fait sonner à nos oreilles les coups sourds des tambours en peau de chien, et pleurer les chevrotements de la flûte bédouine. Un groupe de femmes voilées glapit, en notre honneur, des *you you* qui sont, paraît-il, l'expression de la joie dans ce pays (fig. 10).

Le maître d'école de Medjez-el-Bab a prêté sa maison aux gens chargés de nous servir à déjeuner. La table est dressée dans la salle de classe. Les huîtres, les langoustes et le champagne du Résident ne nous empêchent pas de regarder, autour de nous, les cartes de géographie, les tableaux de système métrique, tout le matériel scolaire, importé de France, qui contribue à répandre, dans ce petit coin de l'Afrique française, un peu de notre science et de notre méthode.

Au moment du dessert, vers l'instant où la digestion commençante risque d'engourdir les esprits, un épisode inattendu et gracieux nous remet en joie. Quatre ou cinq enfants de la tribu des Bejaoua demandent à entrer, et le plus grand (un garçonnet

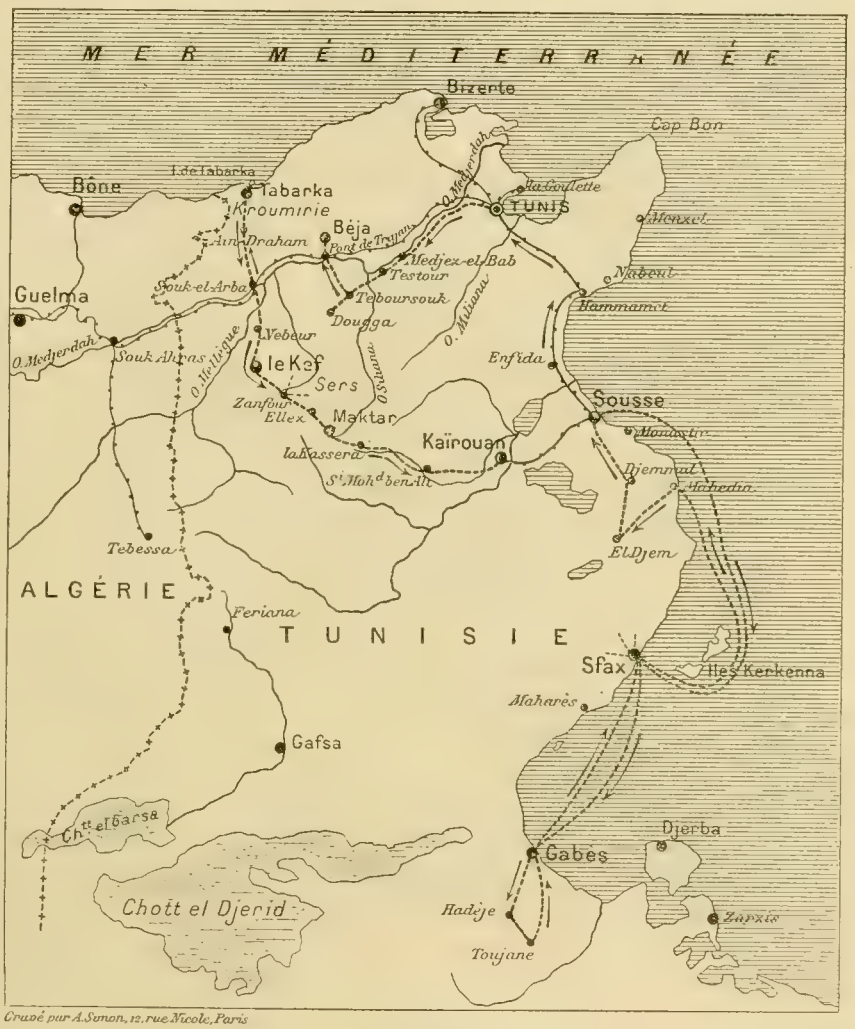


Fig. 12. — *Itinéraire de la Tournée organisée par le gouvernement Tunisien.* — Après avoir visité Tunis et Hammam-Lif, Potinville, la Goulette, Sidi Bou Saïd, Carthage, Utique, Mateur, Bizerte, la Tournée a suivi l'itinéraire marqué par les flèches : de Tunis à Medjez-el-Bab, Testour, Téboursouk) (avec visite à Dougga) ; — au Pont de Trajan, à Béja (avec détachement à Aïn-Draham et Tabarka); à Souk-el-Arba, Nebeur, Le Kef, plaines du Sers, Zanfour, Ellez, Maktar, La Kessera, Sidi-Mohammed ben Ali, Kairouan, Sousse ; puis, par mer, de Kairouan à Sfax et à Gabès; de là visite aux Troglodytes (Hadèje, Toujane); retour, par mer, de Gabès à Sfax, Mahedia, puis, par terre, à El Djem, Djemmal, Sousse, l'Enfida et Tunis.

de douze ou treize ans, au teint mat, aux yeux noirs de gazelle effarouchée) récite, d'une voix douce et rude à la fois, un compliment fort bien tourné. On a beau savoir que c'est l'instituteur qui a rédigé cette petite harangue, — cet appel à la France lointaine, ce recours à la puissance et à la bonté de notre race ont un tout autre caractère que les souhaits de bienvenue dont les écoliers et les maîtres d'écoles sont coutumiers lorsqu'ils reçoivent la visite d'un personnage important. C'était, en quelque sorte, le Protectorat qui nous apparaissait sous une forme particulièrement touchante, mieux représenté, mieux expliqué par cette bienvenue enfantine, que par les phrases solennelles des protocoles. Parmi ces enfants, il y avait un bambin tout petit, joufflu et potelé, pas plus haut que la botte d'un spahi, très drôle sous sa veste brodée d'or et sa chéchia rouge comme un coquelicot. On le fit passer par-dessus la table. Le Résident l'éleva dans ses bras et l'embrassa. Chaque convive le bourra de gâteaux. Il nous parut alors que l'autorité française en Tunisie devait s'imposer au cœur des petits, à l'âme des foules par quelque chose de tutélaire et de paternel. Ce malheureux pays, ces malheureuses races, si longtemps vexées et foulées, comptent sur nous, après tant de siècles de servage, d'angoisse et d'épouvante. Si nous songions toujours aux devoirs que nous imposent nos conquêtes, la politique de la Métropole en serait peut-être meilleure et plus digne. Noblesse oblige.

Fig. 13. — *Charmeur de serpents.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Testour, un village andalou, des souvenirs de Grenade au beau milieu des tribus, un cheik qui ressemble à un muletier de la Sierra, déguisé en Arabe, et aussi, par une antithèse paradoxale, des vergers de pommiers, comme en Normandie, voilà ce que nous avons vu pendant cette courte halte d'après-dînée pluvieuse.

Le Résident, qui connaît par le menu l'histoire de la Tunisie, nous donne d'intéressants détails sur les Espagnols qui sont venus s'y établir après le jour où, par un dessein si hardi, l'empereur Charles-Quint entra, en personne, dans la capitale des beys et se proclama leur suzerain. Les Andalous se sont agglomérés particulièrement dans la presqu'île du cap Bon, aux environs de Bizerte et ici. Ils ont fait souche de laboureurs excellents, et les ethnographes peuvent reconnaître encore les traits de leur race sous le haïk et le burnous. Les noms mêmes des habitants de Testour indiquent fort clairement leur origine. Le minaret de la mosquée ressemble au campanile de certaines églises d'Espagne[1]. Un de nos compagnons de voyage — un des plus aimables et des plus instruits — M. Saladin, qui a étudié de très près, en 1882, en 1883 et en 1885, les monuments de la Tunisie, nous explique, avec infiniment de précision, ces parentés architecturales et nous montre ingénieusement ces juxtapositions de couleurs et de styles, qui font ressembler la Régence à une immense mosaïque.

Le khalifah de Testour (c'est-à-dire le lieutenant du caïd) a préparé un repas pour nous dans le *patio* de son logis. C'est la première fois que nous entrons dans une maison arabe. Cette sorte de maison, vue du dehors, est rarement belle. Ses grands murs aveugles ont un aspect claustral. Elle invite à la retraite. Elle décourage les indiscrétions. Ses rares fenêtres sont closes par des verrous et des grilles. Ses portes, volontiers rébarbatives, sont garnies de clous et de barres, véritables épouvantails pour les intrus. Mais, sitôt qu'on y est admis, on éprouve une délicieuse impression de fraîcheur et d'ombre. La vie de la maison arabe est tournée tout entière vers l'intérieur. Cette disposition vaut peut-être mieux que l'étalage, l'ostentation, la

[1] Voyez à ce sujet les figures 9, 10 et 11 insérées dans l'article du Dr Bertholon publié ci-dessus.

vaine curiosité qui nous dispersent vers la rue. Ici on vit vraiment *chez soi*. On n'ouvre sa maison qu'à bon escient. C'est pourquoi l'hospitalité musulmane a du prix.

Le khalifah, un peu bedonnant, mais superbe tout de même sous les plis bouffants de sa *jebba* en soie couleur de safran, a étendu sous nos pieds des tapis moelleux et réuni les trois ou quatre chaises de paille que la civilisation a voiturées jusqu'à Testour. Ses femmes ont pétri des gâteaux au miel et pelé des oranges pour notre plaisir.

Les gens de Testour n'ont pas toujours été aussi accueillants pour les Français. Sur la route, à l'entrée du village, j'ai vu un cippe consacré à la mémoire de nos soldats morts dans ce district. En 1881, le Bey actuel, Si-Ali, commanda, ici même, une colonne, qui prit part, avec nos troupes, à un combat contre les Oulad-Ayar révoltés.

Fig. 14. — *Charmeur de serpents.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

III. — Téboursouk.

6 avril. — Réveil, au chant du coq, aux abois des chiens, au beuglement des troupeaux, tandis que l'aube, par les fentes des volets mal clos, avive la blancheur des quatre murs entre lesquels le commandant Rébillet [1], surintendant de notre caravane, a fait installer deux lits de camp. J'ai eu pour camarade de chambrée M. Marcel Dubois, professeur de Géographie coloniale à la Sorbonne. Cette première nuit de voyage nous a rappelé à tous les deux nos étapes anciennes en Grèce et en Asie-Mineure. Un peu grisés par ces ressouvenirs, nous laissons monter à notre mémoire des refrains romaïques, jadis entendus sur les routes du Levant. Ce concert exotique sonne comme la diane dans la

[1] Aujourd'hui Lieutenant-Colonel.

maison de notre hôte El-Hadj-Amine. Nos voisins, le romancier René Bazin, l'architecte Max Doumic, l'économiste Chailley-Bert, les députés Henry Boucher et de la Porte, veulent bien ne pas se plaindre de cette musique trop matinale.

Le programme de notre journée comporte une visite aux ruines romaines de Dougga, séparées de Téboursouk par une distance de deux ou trois kilomètres. Il y a là, sur une de ces acropoles à pic que les Arabes nomment kef, un temple corinthien dédié à Marc-Aurèle et à Lucius Vérus ; un théâtre, dont l'hémicycle a vingt-cinq rangées de gradins ; un mausolée « punico-berbère ». Quelle joie pour M. Gaston Boissier, pour M. Cagnat, pour M. Saladin, pour M. Héron de Villefosse, surtout pour M. Gauckler, Inspecteur général du Service des Antiquités et des Arts en Tunisie, cicerone infatigable, qui nous fait avec beaucoup de science et d'agrément les honneurs de son domaine !

Fig. 15. — *Gens de Téboursouk, regardant passer la Tournée.*

Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Tout le long de la route qui mène aux ruines, les gens de Téboursouk, massés sur les talus sablonneux et les collines pelées, saluent d'un geste grave de la main, lentement portée vers le front. Le Résident, toujours le premier en selle et le dernier au gîte, prend la tête de notre cavalcade. Derrière lui, à distance respectueuse, galope une escorte de burnous bleus. Ce sont des spahis de l'*oudjak*, milice indigène qui forme une sorte de garde particulière pour les services de la Résidence et des contrôles.

Je chevauche botte à botte avec le contrôleur de Téboursouk, M. René Gautier. Encore un tout jeune homme, grand, bien découplé, mince dans son dolman pincé, l'air « officier », fort à l'aise sur son joli cheval noir. Je cause avec lui. J'apprends qu'il est marié, que sa jeune femme habite là, dans cet exil de Téboursouk, et n'y trouve nul déplaisir. (Qui donc a dit que les Françaises ne savaient plus s'expatrier?) La maison du contrôle, récemment bâtie sur la hauteur entre la ville arabe et le camp du 3e bataillon d'Afrique, vient d'être égayée par la venue d'un bébé, qu'une servante française promène dans une petite voiture, à travers les sentiers bordés de cactus.

Plusieurs officiers du bataillon stationné à Téboursouk nous ont suivis aux ruines. Quelques-uns de ces messieurs sont archéologues, notamment le lieutenant Hilaire, qui a publié des mémoires très appréciés des spécialistes. C'est une façon intelligente d'employer les loisirs de cette garnison lointaine. Je ne sais si les centurions de l'armée romaine regardaient avec la même attention les antiquités phéniciennes, disséminées autour de leurs casernements....

Le commandant Rébillet a décidé que nous pouvions disposer de notre après-midi. Les uns profitent de ce congé pour aller voir danser une houri villageoise, amenée spécialement pour nous par le caïd des Drides. Les autres se promènent à travers les ruelles enchevêtrées de la ville arabe.

Je vais au *fondouk*. On y peut toujours flâner, bavarder, écouter des histoires. Le *fondouk*, dans les bourgades africaines, depuis le Maroc jusqu'à la Cyénaïque et au delà, c'est le rendez-vous des marchands, des errants ; c'est le lieu public où l'on trouve des compagnons, un gîte et quelquefois le reste. C'est, d'ailleurs, une bâtisse fort simple. Une cour carrée. Tout autour, des chambrettes malpropres, qui servent à loger tantôt des chevaux, tantôt des hommes. Au fondouk de Téboursouk, j'ai trouvé d'abord une famille grecque qui débite, sur le comptoir, dans des verres sales, des liqueurs de choix : brûle-gueule, tord-boyau, casse-poitrine à foison. Je ne résiste pas au plaisir de surprendre ces gens en parlant leur patois natal. Aussitôt, nous devenons amis. Le père est couché sur un grabat. Il a, paraît-il, la jambe cassée. Le fils a l'air d'une franche canaille. Seule, la vieille mère, embéguinée dans le costume noir des Cyclades, est intéressante par sa face de cire pâle, souffreteuse et résignée. Chez nous, les chipies ont moins de distinction.

— Ah ! dit-elle, les affaires ne marchent pas. Nous n'avons plus un seul para.

— Pourquoi donc?

— On ne boit plus. Les Arabes n'ont plus d'argent. Les soldats n'en ont pas beaucoup, et ils aiment mieux payer avec des coups de baïonnette.

Tandis que nous devisons ainsi, dans une langue qui se souvient vaguement d'avoir été celle de Démosthène, une effroyable borgnesse entre dans ce « troquet » cosmopolite, en faisant des grâces. Elle est vêtue simplement d'une de ces chemises dont les femmes d'Europe ont coutume de s'affubler pendant la nuit. C'est (comment dirai-je?) la principale courtisane du lieu. Le médecin du 3e bataillon me montre une autre de ces dames. Plus

exotique, celle-là. Une négresse lippue, large de poitrine, luisante de peau, forte en croupe. Elle est toute bruissante de bijoux et d'amulettes. De longues fibules d'argent retiennent, à ses épaules, la cotonnade bleue dont se drape sa corpulence. De lourds bracelets d'argent retombent sur ses chevilles. Parée comme une châsse, portant sur elle toute sa fortune, elle est accroupie dans un coin du fondouk, et surveille une marmite où cuit son dîner. Cette cuisine de sauvage sent fort bon. La femme, interpellée en arabe par le médecin, tourne vers nous ses prunelles lourdes, dont l'expression animale fait songer au regard d'un chien souvent battu. Elle balbutie quelques paroles rauques. Le médecin m'affirme que cette pauvre diablesse, peu difficile dans le choix de sa clientèle, n'ouvrirait sa porte ni pour or ni pour argent à un chrétien.

Nous sortons de ce bouge. Le soir tombe sur les maisons blanches de Téboursouk, sur les coteaux boisés, sur les terrasses calcaires, d'où sortent des sources vives, sur la forêt d'oliviers qui s'étale, au pied du village, dans la plaine. Soir lumineux, doré de clartés blondes, allégé par de fines glaçures d'argent, tout à fait semblable aux divins crépuscules dont j'ai goûté la douceur et le parfum sur les routes d'Asie...

IV. — De Téboursouk a Béja.

7 avril. — De Téboursouk au pont de Trajan, jolie étape sur des plateaux dont les pentes descendent vers la vallée de la Medjerdah.

Mon voisin de route est un jeune Arabe, qui se nomme Sélami, et qui est instituteur à Tunis. Il parle remarquablement le français.

— Sélami, lui dis-je en lui montrant les cheiks vénérables et barbus qui chevauchent, les uns sur des mules, les autres sur des ânes, autour du Résident, est-ce que ces vieillards éprouvent, pour nous autres Français, des sentiments vraiment cordiaux?

Sélami réfléchit un instant et me répondit à peu près en ces termes :

— On raconte que le dernier bey de Constantine, El hadj Ahmed, accordait, tous les vendredis, une audience solennelle à ses sujets. Ceux qui croyaient avoir quelque motif de se plaindre se prosternaient au pied des coussins où ce majestueux personnage était accroupi. Et chaque plaignant formulait ses doléances : *Nous demandons la justice de Dieu contre notre caïd, notre cheik (ou tel autre) qui nous a lésés.*

Le chef alors était mandé. S'il n'avait pas assez de richesse ou de crédit pour payer son absolution, il était aussitôt privé de son commandement. Dans le cas contraire, les pauvres diables assez audacieux pour se plaindre étaient saisis, bâtonnés, taxés en proportion de la liberté qu'ils avaient osé prendre.

Les Tunisiens, sujets du Bey, n'ont pas besoin de cette justice boiteuse, qui fut, pendant de longues années, l'unique recours de leurs voisins.

— Dis-moi, Sélami, les Turcs ont-ils laissé quelque trace de leur passage dans ce pays?

— Il y a encore, parmi nous, des Koulouglis, fils de Turcs et de femmes mauresques. Mais leur nombre diminue de jour en jour. Quant aux deys ottomans, leur mémoire est exécrée. C'étaient des voleurs, des pirates.

— Mais alors, Sélami, pourquoi dit-on maintenant que le parti des mécontents, en Tunisie, regarde volontiers vers Constantinople?

— Ah! voilà. Le Sultan est bien le chef des Turcs; mais il est aussi le Khalife...

— Je n'insistai pas. Et, pendant quelques instants, je trottai sans rien dire près du cheval noir de Sélami.

D'ailleurs, nous descendions vers la Medjerdah. Une plaine fauve, couverte d'une couche de gravier par l'incessante alluvion du fleuve, s'étendait devant nous, toute fourmillante de piétons et de cavaliers. Les tribus du caïdat de Béja nous attendaient pour nous souhaiter la bienvenue. A mesure que nous avancions, les couleurs et les lignes de ce spectacle imprévu se précisaient davantage. Les burnous blancs se détachaient du sol blanchâtre. La silhouette des capuchons pointus s'aiguisait sur l'azur tendre du ciel matinal. Les deux berges de la rivière s'animaient d'un grand remous de foule. Les Djendoubas, les Ouled-Bou-Salem étaient venus de leurs douars, non pas seulement pour nous regarder et pour faire pétarder la poudre en notre honneur, mais surtout pour nous faire passer à pied sec la Medjerdah.

En cet endroit, la rivière est ordinairement guéable. Mais les pluies récentes ont grossi les eaux. La crue nous exposerait au risque de mouiller nos bottes et de suivre involontairement la dérive, si les braves gens de la région ne consentaient à faire l'office d'un gué vivant. Ils se sont mis, cinq cents et davantage, dans l'eau jusqu'à la ceinture. Ils barrent le courant. Le Résident, le premier, pousse son cheval dans la rivière. Aussitôt, une grappe d'hommes s'accroche à la monture, les uns pour la tirer, les autres pour la pousser, jusqu'à ce que la bête, un peu effarée, ait posé son sabot sur la terre ferme. Le second cavalier suit le même chemin, puis le troisième, puis le quatrième, jusqu'à ce que notre petit escadron ait été complètement tiré. Mais tout n'est pas fini. Maintenant, il faut remorquer à travers le fleuve jaune une douzaine de landaus qui nous suivent avec une cargaison de membres de l'Institut.

Je ne crois pas manquer de respect à ces messieurs. Mais je vous assure que le spectacle de

M. Oppert, un peu inquiété par ce sport nouveau, cahoté, en pleine eau, par des chevaux échevelés et une voiture un peu dégingandée, et montant sur les coussins pour éviter un bain de pied, n'était point un spectacle banal. La procession des landaus serpenta dans les flots limoneux de la Medjerdah. Cette opération fut presque aussi longue que le passage du Rhin. Lorsque le dernier attelage, activé par de vigoureux coups de fouets, eut grimpé la berge septentrionale, une même pensée vint

Fig. 16. — *Musicien nègre.*
Photographie de M. Garrigues
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

à l'idée de tous les voyageurs. Nous ne venions pas seulement d'assister, comme acteurs et comme témoins, à un épisode amusant, pittoresque, et qui sera pour nous tous, dans les soirées de notre vieillesse, une inépuisable source de récits. Nous avions aussi constaté, une fois de plus, le bon vouloir de ces populations, qui auraient pu, en nous laissant seuls en tête-à-tête avec les eaux courantes, nous mettre dans un cruel embarras...

Au Pont de Trajan, nous retrouvons le chemin de fer. Et, à deux pas de la voie ferrée, voilà qu'une fête arabe éclate en détonations précipitées, retentit en clameurs de bienvenue, se déploie en flottements d'oriflammes et de banderoles. Le blanc domine : blancheur du sable, blancheur des burnous (dont le soleil indulgent efface les taches) ; blancheur des petits ânes trottinant, où s'étalent des cheiks considérables; blancheur de presque tous ces fins chevaux, qui viennent peut-être de labourer la terre, et qui, une fois sellés, bridés, pomponnés, se rebiffent comme s'ils allaient galoper contre les Infidèles dans les escadrons du sultan Saladin. Parmi toutes ces blancheurs, le hâle des faces maugrabines, la noirceur des barbes, l'éclat des yeux noirs, ressortent en oppositions nettes, sous les capuchons pointus. On entend un bruit d'armes, un froissement d'étriers, un brouaha de conversations gutturales,

Fig. 17. — *Chameau portant deux femmes.*
Photographie de M. S. Journo.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

un remuement de multitude. Peu à peu, la foule, sans cesse grossissante, s'immobilise en cercle autour d'un pré d'herbe rasé où les cavaliers de la fantasia commencent à caracoler. Un chameau, dont la démarche fait osciller, en des mouvements de tangage et de roulis, un baldaquin de soie rouge (fig. 17), dépasse, de la tête et de la bosse, l'assemblée des hommes et des chevaux, et promène, par-dessus les curieux, son cou allongé, ses gros yeux étonnés, sa lippe morne. Un nègre, étriqué dans un sayon de cotonnade blanche, ceinturé de deux ou trois peaux de lapin, coiffé d'une tiare empennée où étincellent des verroteries, danse une bamboula burlesque, en rythmant, avec des castagnettes de fer battu, la cadence disgracieuse de ses pieds lourds. Près de lui, grimace une négresse, constellée et cliquetante

de pendeloques. Ce couple horrible induit l'imagination dans l'Afrique profonde, vers Tombouctou, dans le pays noir où, sous le dur soleil, au milieu des brousses malsaines, une humanité inférieure, presque animale, gesticule et souffre obscurément, au son du tam-tam et du balafon. J'aime mieux l'Afrique arabe, le pays des beaux chevaux et des cavaliers intrépides.

Oh ! l'admirable cavalier rouge et vert ! Son cheval noir, caparaçonné de soie, se cabre, s'enlève, pointe, saute, s'agenouille, se relève, et, à chaque mouvement, fait frissonner des reflets de pourpre, des étincelles d'émeraude. L'homme est droit sur sa selle, les genoux pliés, les pieds fermes sur les étriers d'argent. Très jeune, fier, les traits immobiles, la tête serrée par le turban, la bouche voilée par une mentonnière de soie blanche qui cache tout le bas du visage, il est charmant et superbe. C'est le cavalier sarrasin, tel qu'on le voit passer, muet, mystérieux, gracieux et terrible, dans les chroniques du temps des Croisades. Ici, il s'amuse, il jongle avec son sabre, il se divertit à dompter son cheval, tandis que la flûte chevrote obstinément ses trilles, et que les coups sourds des tambours couvrent à peine de leur rumeur lourde les *you-you* miaulés par les femmes !..

Quel dommage de quitter cette féerie ! Mais il faut nous rendre à Béjà (fig. 18), ou nous attend la réunion des colons de cette riche région agricole, visiter la ville, en gravir les hauteurs, puis, enfin aller coucher à Souk-el-Arba.

Fig. 18. — *Vue de Béja.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

V. — Le Kef.

Un rocher. Autour de ce rocher, une ceinture de remparts dont le dessin fantaisiste et délabré épuise, je crois, toutes les formes possibles du créneau, du machicoulis et de la barbacane (fig. 19). Sur les pentes de ces rochers, des carcasses de masures en ruines, d'où émergent, çà et là, les maisons neuves des colons. Sur la pointe, une vieille caserne que l'on a rajeunie pour y jucher quelques soldats de nos bataillons d'Afrique, pauvres diables et loustics inquiétants, plus connus sous le nom de *joyeux*. Voilà, ou peu s'en faut, le Kef (fig. 20 et 21).

Mais la civilisation envahit peu à peu cette solitude et apporte la sécurité, le bien-être, la santé dans cette ville malheureuse, longtemps ravagée par des révoltes et des carnages, naguère encore dévastée par la peste, la famine, le typhus, le choléra. Ce n'est pas sans peine que l'on a pu assainir ce foyer de mort, et unir au reste du monde, par des routes, par des lignes télégraphiques, par un service postal, cette cité de misère et de colère. Pendant longtemps, les cantonniers, les postiers, les télégraphistes, furent harcelés par les indigènes qui les guettaient pour les fusiller. En 1866, un

surveillant de la ligne télégraphique mourut, au Kef, du choléra. Ses collègues et ses amis furent obligés de l'ensevelir en cachette. Il fallut maintenir, pendant quinze jours, autour de sa tombe, un poste de soldats, pour empêcher les fanatiques du lieu de violer la sépulture de ce chrétien maudit.

Fig. 19. — *Arrivée au Kef.*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Aujourd'hui, les gens mariés de notre caravane peuvent envoyer tranquillement à leurs épouses des nouvelles de leur santé. Les conducteurs des Ponts et Chaussées font empierrer les routes sans

galopent, flânent, costumés de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Cette ville pauvre s'est coquettement mise en frais pour nous accueillir. Aux portes du Kef, aux abords de la route, sur les escarpements des roches, dans les brèches des murs et dans les crevasses du sol, une foule bariolée comme la djebba

Fig. 20. — *Piscines du Kef.*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

du Prophète, bruissante comme une forêt de térébinthes, mobile comme une volée de bengalis sahariens, acclama le Résident. Les Juifs étaient venus à pied. Les Arabes, à cheval, le fusil haut ou le

Fig. 21. — *Vue panoramique du Kef.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

avoir besoin de déranger les gendarmes, pour qui le Protectorat a fait installer, au Kef, une caserne toute neuve. La ville renaît peu à peu de ses ruines et de sa crasse. Il faut venir ici pour comprendre qu'une maison d'école, bien propre, même dénuée de pittoresque, a du bon.

Toutes les tribus des alentours sont venues au Kef afin de faire honneur au Résident. Voici les Klaa, les Mellita, les Ouled-Ali, les Ouled-Abdelleh. Dans les rues, sur les places, des cavaliers trottent,

sabre nu, bordaient d'une double haie les talus du chemin. Quelques-uns de ces cavaliers sont bizarrement coiffés d'un diadème de plumes d'autruches; d'autres tiennent, sur le poing, des faucons chaperonnés (fig. 22). Les tambourins, détonant par saccades, font un bruit de bombardement. Les terrasses des maisons, les créneaux déchiquetés du rempart sont vivement coloriés de vermillon, de safran, d'écarlate et d'or par les vêtements bouffants et les hennins pointus des femmes juives.

Place Logerot. Sur la chaussée, plantée d'arbres jeunes encore, maigres, les burnous vont et viennent gravement, attendant la fête. Quelques-uns se sont assis et patientent sur des bancs de pierre récemment installés par la municipalité française. Lentement, un groupe se forme en cercle autour d'un petit garçon d'une dizaine d'années qui, à cheval sur une selle trop grande, fait la fantasia, tout seul... Une flûte et un tambourin rythment les mouvements de cet enfant, dont je vois la calotte rouge ornée d'un gland échevelé, s'élever et s'abaisser en cadence, parmi les capuchons attentifs. Ce jeune cavalier, le buste serré dans une veste de soie violette, brodée d'or, les jambes bottées de maroquin doré, se hausse fièrement sur ses étriers. Il est sérieux comme le khalife Haroun-al-Raschid. Fidèles aux prescriptions qui règlent les élégances sarrasines, il a, lui aussi, voilé sa bouche d'une mentonnière de soie. Ainsi embéguiné, le cavalier arabe dissimule aux yeux des spectateurs ces contractions des lèvres que les meilleurs écuyers, même à Saumur, évitent malaisément. Il a l'air impassible, et les femmes des goums le trouvent beau.

Toujours place Logerot. Je rencontre un colon, marchand de chevaux, agriculteur et phosphatier à ses heures. Il est un peu arrogant, bouffi, suffisant, parleur par sentences, le type de nos colons d'Algérie. Négligemment, il me conte un accident qui vient d'arriver, un Arabe qui, dans le tournoi, vient de heurter un de ses camarades, et de tomber à terre fort éclopé.

— Où est il ?

— Là, tout à côté, dans une écurie.

— Personne ne le soigne ?

— Si. Les hommes de sa tribu.

— Il faut envoyer chercher le médecin du bataillon.

— Bah ! Laissez donc. Un de plus, un de moins !...

Dans le « souk », en montant vers la Kasbah, je rencontre un officier, avec qui j'ai fait connaissance, tout à l'heure, à l' « apéritif » qui nous fut offert aimablement par le cercle militaire.

— Eh bien ! mon lieutenant, vous ne vous ennuyez pas trop au Kef ?

— Ça dépend des jours. Il y a des moments où nous trouvons que ça manque un peu de Français.

— Mais vous avez des fonctionnaires ?

— Pas beaucoup....

— Et des colons ?

— Trop.

Je serrai la main du lieutenant, en songeant que si tous les colons nourrissent de pareils sentiments pour les Arabes, et tous les soldats étaient ainsi disposés pour les colons, la Tunisie ne serait bientôt plus qu'une petite Algérie.

Vue prise du haut de la Kasbah. D'abord, tout près de moi, les casernements neufs, accotés à de vieux bastions arabes, raccommodés par les Espagnols, et cassés par les Turcs. Des terrasses (fig. 21), où de vieilles couleuvrines du temps des pirates barbaresques gisent parmi les chardons. Des créneaux, qui découpent sur le ciel une fine dentelure. Des remparts qui serpentent sur des collines semées de fleurs légères. Puis, à mesure que le regard s'abaisse vers la ville, des cases de pierre qui semblent grimper au ravin, le minaret d'une mosquée (fig. 20), un fouillis de logis et de ruelles, de terrasses, d'où monte incessamment une musique endiablée, invisible. Et, par delà les ondulations de la plaine, que le crépuscule a teintée de nuances exquises, l'horizon est fermé par des montagnes que l'éloignement fait ressembler à des rideaux d'azur impalpable et de carmin irréel.

Fig. 22. — *Cavaliers chassant au faucon dans les plaines du Sers.*

Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

VI. — Du Kef aux plaines du Sers.

Passé le Kef, il faut renoncer aux routes dites carrossables. Nos membres de l'Institut et leurs landaus rouleront comme ils pourront sur des pistes sablonneuses, tracées à travers la brousse par le piétinement séculaire des bêtes et des gens. Nous entrons dans un paysage de roches blanches, désolées, mouchetées de touffes malingres. Par endroits, un verger maigre, un semis de trèfle ou de luzerne évoque furtivement le paysage potager de l'Europe. Puis, ce sont des plaines rases, que le thym ponctue d'un grènetis violet. Ce n'est pas le désert. C'est déjà la solitude des terres barbares. Seuls, les poteaux du télégraphe, espacés de loin en loin, jalonnent ici, dans ces étendues vastes où l'on pourrait déployer des armées, l'itinéraire pacifique de la civilisation. A mesure que le soleil monte dans la candeur azurée du ciel, le relief des montagnes lointaines se noie de lumière épandue. Seuls, les premiers plans présentent encore des surfaces modelées. Le caïd du Kef et les tribus de son district, ont résolu d'organiser, pour nous divertir, une chasse au faucon (fig. 22). Encore de nouvelles scènes de la vie arabe. Les fauconniers caracolent, autour de

nous, l'oiseau sur le poing. L'un d'eux a fait percher son faucon sur sa tête. L'oiseau étend les ailes pour ne pas tomber. De loin, en voyant cette étrange envergure, on dirait que ce cavalier musulman s'est coiffé du casque de Lohengrin. Toujours, autour de nous, l'espiègle galopade de ces petits chevaux qui, tout nus, ressemblent à des biques, et habillés, parés, prennent des allures si élégantes.

Halte. Les fauconniers s'éparpillent en tirailleurs pour rabattre le gibier. Ils filent, ils filent, vertigineux, et les plus rapides ne sont déjà plus que des points qui s'agitent sur la verdure pâle. Les photographes de notre caravane mettent pied à terre, vivement, et courent après les coureurs pour les saisir au vol. Rien de plus drôle que de voir ces chasseurs chassés par la photo-jumelle de M. Levasseur, par le « « détective » de M. Henry Boucher et par les énormes appareils de M. Max Doumic, cependant que M. René Bazin, M. Etienne Lamy et quelques autres prennent des notes...

Fig. 23. — *Cuisine en plein air au camp de Zanfour.*
Photographie de M. Henry Boucher.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

On repart. Toujours la plaine monotone. La vie, la vie nouvelle, que la colonisation voudrait introduire dans ces steppes, apparaît çà et là en taches de culture. L'orge essaie d'égayer cette terre ingrate et de conquérir doucement cette glèbe abandonnée aux lentisques sombres, aux floraisons du romarin, à la végétation indiscrète des cistes, aux petites corolles du thapsia. Par places, un bouquet de caroubiers épaissit son feuillage dense et immobile. De loin en loin, un petit pin d'Alep, isolé et mélancolique, travaille de son mieux au reboisement de la contrée. L'humanité semble avoir déserté ce pays. C'est à peine si des gourbis misérables, tapis au ras du sol comme des champignons, attestent ici la présence de quelques bergers. Près d'un de ces douars clairsemées, une vache pelée nous regarde passer. Deux petits bergers, accroupis parmi leurs troupeaux, ressemblent à deux paquets de linge sale; quelques moutons, serrés les uns contre les autres, paraissent fixés au sol par l'aveuglante lumière. Et l'on va, sur cette interminable plaine du Sers, qui, aux approches de Zanfour, se rétrécit, devient un couloir remblayé par des collines molles. Cela me rappelle les plaines de la Phrygie.

VII. — Camp de Zanfour, Matkar.

11 avril. — « A Zanfour, on couchera sous la tente *dans un site.* » Ces mots, lus sur l'ordre de service que nous distribue chaque soir le commandant Rébillet, a réveillé, dans nos âmes de citadins, des hérédités nomades.

Fig. 24. — *Tentes au camp de Zanfour.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Voici notre camp. C'est une excellente « leçon de choses » pour ceux de nos compagnons qui veulent voir comment s'abritent les habitants vagabonds des douars. Nos tentes, en poils de chameaux, s'alignent sur deux rangées parallèlement au lit desséché de l'Oued-Zanfour (fig. 24). Elles sont calfeutrées de laines, ornées de tapis magnifiques, fleuries de branches vertes.

Tandis que nos archéologues, à peine arrivés, montaient, sans reprendre haleine, au coteau revêche où les temples de l'ancienne Assuras achèvent de s'écrouler, un tourbillon de cavaliers, un flot de « piétons », et des chameaux, et des chiens et des bourricots emplissent la plaine de poussières, d'aboiements, de rumeurs confuses, de burnous épais, de galops effrénés. Qui n'a pas vu

cette brusque levée des goums, ce rapide exode des tribus, ne peut rien comprendre à l'histoire des Croisades. L'Orient est coutumier de ces assemblées, venues on ne sait d'où, qui grossissent comme des nuées de sauterelles, et se dissipent comme un orage d'été. L'Islam immobile se mobilise instantanément.

A 8 heures du soir, *diffa*, ce qui veut dire en arabe : repas. Encore une occasion, pour nos ethnographes, de s'instruire sans fatigue et avec plaisir. M. Levasseur, qui sait tout avec précision, explique obligeamment que « le *couscous* est fait de blé concassé en semoule et cuit à la vapeur au-dessus d'une sauce fortement épicée (*marga*), dans laquelle on a mis des morceaux de mouton ». M. Georges Perrot, qui a gardé la nostalgie des routes d'Asie-Mineure, préfère le pilaf des Turcs.

— Patience ! réplique le capitaine Bordier, contrôleur de Maktar. Vous n'avez pas encore goûté au *méchoui*. Oh ! le *méchoui !* Vous allez voir ça !

Fig. 25. — *Indigènes présentant le méchoui.*
Photographie de M. Henry Boucher.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Et, patiemment, nous laissons passer les boulettes de viande au cubèbe, les dattes farcies, les pâtes au miel et au beurre, la *chekchouka*, mélange de légumes variés, oignons, pommes de terre, fèves, un ragoût aux cardons sauvages, et des gâteaux pimentés de coriandre, de cannelle, de girofle, de fenouil, d'anis, et enfin je ne sais combien d'oranges, nageant pêle-mêle avec des viandes, dans l'huile. Salut au *méchoui*, que les serviteurs du caïd apportent d'un air solennel (fig. 26 et 27) ! C'est simplement un mouton rôti, mais rôti avec amour. Toute la journée, tandis que la bête embrochée tournait au-dessus du brasier, un Arabe l'arrosait de parfums agrestes, subtilement dérobés, par des infusions savantes, aux simples de la montagne. Ce mouton est imprégné d'aromes. Il concentre toute la flore de la Tunisie. C'est un traité de botanique amusante. Je parie que notre aimable compagnon, M. Dybowski, Directeur de l'Agriculture, reconnaît, dans son assiette, la saveur de l'*Allium roseum* et du *Trifolium nigrescens*. La peau surtout, la peau du *méchoui*, rissolée, dorée, croquante, est un excellent manger qui s'associe très bien au champagne du Résident.

Au sortir de ce banquet, dont l'exotisme s'assaisonne heureusement d'élégances parisiennes, voici, de nouveau, un spectacle qui ouvre à nos yeux émerveillés des perspectives profondes vers le passé. Sous le ciel étincelant d'étoiles, la plaine, jusqu'au bout de l'horizon, est semée de feux. Les goums bivouaquent sur le terrain, autour de leurs campements, et ont allumé, pour se défendre contre la fraîcheur nocturne, des bûchers de bois sec. La brise, qui s'est levée sitôt après l'agonie du soleil, active la flambée des branches de thuya et des broussailles de câprier. Les gens se pressent dans le tiède rayon des flammes claires, qui jettent de dures lueurs sur les burnous serrés, sur

Fig. 26. — *Indigènes présentant le couscous.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 27. — *Moutons embrochés (Méchoui).*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

le métal des armes, sur les mains qui s'approchent frileusement de la braise, sur les cercles de visages noyés d'ombre. Çà et là, parmi les chameaux accroupis comme des blocs confus, un cheval entravé s'ébroue, tendant ses naseaux ouverts et aspirant les effluves du large ; un âne dresse les

Fig. 28. — *Scène de fantasia (prise du mouchoir).*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

oreilles ; un sloughi dort, son fin museau allongé sur ses pattes ; un groupe de femmes, empaqueté de voiles flottants, murmure des causeries do-

impression, pour un moderne, pour un civilisé, que de voir ainsi, de ses yeux, un spectacle qui ne diffère point de ce qu'ont pu voir, en des siècles anciens, le géographe Edrisi et le voyageur Ibn-Khaldoum !... C'est à quoi je songe, en rentrant sous ma tente, où le sort bienveillant m'a

Fig. 29. — *Scène de fantasia (combat du cavalier et du fantassin).*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

donné pour voisin le géographe Vidal de Lablache.

De Zanfour à Maktar. Étape grise, sous les coups

Fig. 30. — *Cavaliers de fantasia devant les tentes.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

lentes... Où sommes-nous? Dans quel pays? Dans quel temps? Est-ce le camp des Grecs dans la plaine de Troie? C'est ainsi qu'Homère l'a décrit. Est-ce au temps des Byzantins ou des Vandales, la première halte des tribus, émigrant vers le nord, et couvrant, de leurs troupeaux débandés, de leur cavalerie éparpillée, de leur anarchie nomade, ce qui fut l'Afrique proconsulaire? Quelle

de fouet d'un vent de nord-ouest qui jette vers nous des grains violents et des averses rageuses. Nos membres de l'Institut ont baissé les capotes de leurs voitures. Ce mauvais temps navre le contrôleur de Maktar, le brave capitaine Bordier, que je vois trotter là-bas, aux grandes allures, à la tête de ses goums, parmi des étendards dont la pluie, hélas! rabat la fierté.

Le capitaine, qui est un grand maître de fantasias, avait élaboré un programme fort alléchant, que je copie avec une admiration mêlée de regret :

1. Cheval dressé en haute école. 2. Cheval dressé en liberté. 3. Mort d'un cheval de guerre. 4. Prise du mouchoir (fig. 28). 5. Combat du cavalier et du fantassin (fig. 29). 6. Deux cavaliers pour un cheval. 7. Jeux innocents. 8. Les amours du lion. 9. La pieuvre. 10. Enlèvement de la mariée, etc.

Hélas! au moment précis où ces divertissements devaient nous initier aux joies de la vie arabe, la pluie méchante nous obligeait à garder le coin du feu dans la maison de l'instituteur ou dans le bordj du contrôle. Les nobles cavaliers de la tribu des Ouled Aoun pataugeaient dans les flaques.

Mais le lendemain un ciel propice nous dédommagea ; il nous permit de jouir tout à l'aise du magnifique spectacle qui s'offrit à nos regards jusqu'à l'ancienne acropole de la Kessera (fig. 31), l'une des merveilles de la Tunisie.

Aux limites du territoire soumis à son contrôle, le capitaine Bordier nous salue et nous quitte, suivi de ses escadrons. Nous sommes maintenant sur le territoire des Zlas, et le puissant caïd de cette tribu, Si Mohammed ben Khalifa, vient, à la tête de ses hommes (fig. 32), présenter ses hommages au résident général.

Fig. 31. — *Arrivée à la Kessera.*
Photographie de M. G. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

La tribu des Zlas est particulièrement cavalière et guerrière. Son humeur belliqueuse l'a souvent engagée en de périlleuses aventures. Elle s'est battue contre les tribus voisines et contre nous. Maintenant, grâce à l'intelligence et à l'énergie du caïd qui la commande, elle a accepté très loyalement l'autorité du bey et le protectorat de la France.

Je renonce à vous décrire la *diffa* qui nous fut servie au camp de Sidi Mohammed ben Ali. Il faudrait remonter jusqu'aux fastes du Moyen Age pour retrouver cette façon seigneuriale et prodigue de traiter les gens que l'on reçoit. Je ne puis énumérer ces trente-deux plats de viande et ces dix-huit variétés de pâtisserie, où les ghoraïbes de semoule, les dattes farcies, et les kaaben de gazelle occupaient le premier rang.

Fig. 32. — *Goum de cavaliers, caïd en tête, allant à la rencontre de M. Millet.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Après la nuit passée sous la tente, nous nous mîmes en marche vers les grandes plaines que nous devions traverser jusqu'à Kairouan. Sidi Mohammed ben Ali est situé presque à la limite orientale du plateau central de la Tunisie. La rapidité des pentes rendit la descente (fig. 33) assez difficile; il fallait descendre de voiture et soutenir les chevaux. Mais, arrivés au bas de cette série de collines, nous n'avons plus rencontré qu'une immense mer de sable s'étendant jusqu'à la mer. C'est au milieu de cette solitude, et comme de toutes parts entouré d'un désert, que se trouve Kairouan.

Fig. 33. — *Descente de Sidi Mohammed ben Ali.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 34. — *Indigènes regardant passer les voyageurs de la Tournée.*
Photographie de M. Boucher.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 35. — *Intérieur de la Grande Mosquée de Kairouan.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

VIII. — Kairouan.

Journée à Kairouan, la ville blanche et sèche, la ville de briques et de chaux (fig. 36). Entrée triomphale, dans les rues pavoisées de drapeaux français, parmi les turbans et les burnous, entre deux haies de tirailleurs indigènes, baïonnette au canon. Visite aux péristyles blancs de la Grande Mosquée (fig. 35), aux amusants carreaux de faïence de la Mosquée du Barbier (fig. 38). Nous sommes guidés, dans ce pèlerinage assez profanateur, par le fils du caïd des Zlass, un beau garçon, nommé Si-Sadok, qui parle français aussi bien que nous. Ce simple fait en dit long sur l'évolution des mœurs qui a modifié cette ville sainte, cette Mecque tunisienne, naguère encore inviolable aux Infidèles.

Le soir, après dîner, visite, dans une mosquée, à la confrérie des Aissaouas, avaleurs de clous, mangeurs de cactus épineux, croqueurs de verre pilé.

Je rentre dans ma chambre, un peu abasourdi. Quelle chambre, par Allah! Elle m'est obligeamment prêtée par un gros personnage, le gouverneur Si Sadok-Marabout. Je me reprocherais de ne point prélever sur mon sommeil, d'ailleurs très écourté par cette vie haletante, le temps nécessaire à la description de mon logis. Cette pièce est apparemment la plus belle de la maison, si j'en juge par la profusion de meubles et d'ornements dont elle est surchargée. Le plancher, d'abord, est feutré par de moelleuses carpettes qui amortissent les pas. Où trouverait-on des tapis, sinon à Kairouan? Un revêtement de faïence pose sur les murs une jolie tonalité de nuances légères. Maintenant, faisons le tour de la chambre et regardons : Un bouquet de fleurs artificielles sous globe. Une lampe à pétrole, un « verre d'eau » (comme on en voit en France dans les loteries) sur une commode (pareille à celles que l'on fabrique dans les ébénisteries du faubourg Saint-Antoine). Un bureau. Un piano. Deux lampes à pétrole. Un verre d'eau. Deux verres. Un coffret arabe. Une pendule. De quel mystérieux hôtel des ventes sort tout ce bric-à-brac?...

Au fond de la chambre, du côté opposé à la fenê-

Fig. 36. — *Vue de Kairouan.*

Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

tre, trois marches de grès m'invitent à entrer dans un réduit obscur, où flotte un arome d'huile de jasmin et d'essence de roses. C'est l'alcôve de Si Sadok-Marabout. Un lit s'y étale, très bas, très large, près d'un divan très large et très bas. C'est là que je dormirai trois heures.

Fig. 37. — *Arabe faisant des tours pour gagner l'argent nécessaire à un pèlerinage à la Mecque.*

Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

IX. — Le Sahel. — Gabès.

Après ces étapes dans le Sahel ombragé d'olivettes et sur les terrasses caillouteuses, sur les dalles calcaires du plateau central, l'hospitalité du Résident nous réservait de nouvelles occasions de regarder et de nous instruire; la côte barbaresque, toute pleine du souvenir des corsaires, et déjà rajeunie, assainie, nettoyée, éclairée, balisée par les bienfaits de notre civilisation; Sousse (fig. 44), avec ses vieilles murailles turques, que débordent nos casernes; Sfax (fig. 41), dont nos ingénieurs draguent la rade, et où le chemin de fer apportera prochainement les phosphates de Gafsa (fig. 40).

Enfin, l'accostage à l'appontement de Gabès, le débarquement sur le sable chaud, au fond de la Syrte, devant un horizon d'orage, barré par la silhouette rigide des palmiers, l'accueil des Béni-Zid et des Hazim, farouches tribus du désert, nous donnèrent l'impression de l'Afrique redoutable et torride. Après trente-six heures de traversée, nous étions transportés, sans transition, dans un autre pays, parmi d'autres hommes.

En 1881, Gabès n'était qu'une dune ingrate, avec un ruisseau pestilentiel, et, à côté, une caserne turque. Un homme énergique, le général Allegro, s'établit là, et jura de faire quelque chose de rien.

Fig. 38. — *Mosquée du Barbier à Kairouan.*

Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Maintenant, Gabès est une petite ville. A vrai dire, elle n'est point belle, étant plate, rectiligne, composée presque uniquement de boutiques et de cabarets. Les mercantis juifs et grecs y foisonnent. Mais à côté, il y a l'oasis. Au sortir de la grève aride et du désert accablant, on entre dans le paradis terrestre, sous la fraîcheur des palmes qui s'arrondissent comme des voûtes, et s'agitent mollement comme des éventails. C'est au milieu de ces délices, au bruit limpide des eaux courantes, qu'il faudrait lire les parties fraîches de la Bible, les idylles pastorales, les scènes près des citernes et des fontaines, le labeur joyeux des femmes tissant de la toile au seuil des portes, le repos des vieillards, assis à l'ombre de la vigne et du figuier.

Fig. 39. — *Place publique à Djemmal (au sud de Sousse).*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Les jardins de Chennini, où fleurissent des gerbes de roses... les champs de Menzel, où l'orge et le blé voisinent avec des massifs de henné... On voudrait oublier tout parmi ces moissons exubérantes et suivre éternellement, en ne pensant à rien, ces sentiers encaissés par les talus de terre battue où les Arabes captent les eaux pluviales.

Fig. 40. — *Gafsa (Entrée des piscines).*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Notre dernière étape fut une halte dans les montagnes des Matmatas, chez les Troglodytes (fig. 45). La chaîne des Matmatas est une série de mamelons qui, de loin, se colorent d'une jolie teinte bleue, mais dont le tuf jaunâtre est triste à voir de près. Il est difficile d'apercevoir de loin Hadéjé, notre gîte d'étape. Pour le voir, il est nécessaire, comme on dit vulgairement, d'avoir le nez dessus. C'est un village troglodyte, creusé dans la terre. Il faut, quand on y arrive, regarder attentivement où l'on marche ; sans quoi, on risquerait de tomber dans un trou, au beau milieu d'une famille réunie pour le repas du soir. Autant de fosses, autant de maisons. Hadéje comprend environ une centaine de ces logis étranges. N'allez pas croire que cette architecture souterraine soit incompatible avec le goût de l'arrangement et même du confort. Le terrier où le caïd nous offre l'hospitalité est bien la demeure d'un homme et non point la tanière d'un renard.

Fig. 41. — *Porte séparant deux quartiers à Sfax.*
Photographie de M. G. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Le vieux caïd est très fier de sa maison. Il l'a pavoisée de palmes en notre honneur et a placé, à

l'entrée de sa fosse hospitalière, une sentinelle avec un fusil. A l'entendre, les Troglodytes auraient bien tort de renoncer à leurs installations. « Nos maisons, dit-il, sont, en hiver, chaudes comme des hammams, et, en été, fraîches comme la neige des cimes... »

Toujane est le plus singulier paysage que j'aie vu en Tunisie. Un ravin qui s'ouvre brusquement, entre deux pics, et qui laisse voir, dans sa vaste échancrure, la mer lointaine et l'étendue infinie du désert. Sécheresse dorée. Splendeur éblouissante. Aridité magnifique... Tout à coup, l'horizon se voile d'un nuage épais qui se lève de terre et qui, de loin, ressemble à une fumée violette. Ce nuage court vers nous et obscurcit bientôt toute la perspective. C'est la pluie, disent les gens du pays. Et ils sont contents. Un tambourinier nègre danse de joie et nous donne une aubade de sa façon, tandis que nous attendons, sous une tente, la fin de l'onéde.

Fig. 42. — *Rives de l'Oued Gabès.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Notre petite troupe, précédée et suivie de spahis rouges et bleus, suit le fond du ravin, entre les deux pics de Toujane. Au sommet de ces deux pointes, on avait perché, en des temps anciens, des châteaux forts, des *ksar*. L'abandon de ces bâtisses et la descente des habitants vers les plaines où ils creusent leurs gîtes, en disent long sur la pacification et la sécurité croissante du pays.

Fig. 43. — *Rue à Djara (oasis de Gabès).*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Beni-Zelten fut la dernière étape de notre voyage dans le Sud. — J'arrête ici ces notes. Au delà de ce point, ce sont les contrées vagues et mal délimitées, les solitudes infestées de Touareg, le mystérieux hinterland où les puissances rivales voudraient nous couper la route. Les peuplades qui habitent cette extrême pointe de la Tunisie m'ont semblé douces, bénignes, malgré le souvenir récent des insurrections, malgré le voisinage de la frontière tripolitaine, qui offre toujours un asile aux insoumis. Dix fois, les tribus des Matmatas

Fig. 44. — *Vue générale de*
Photographie de M. Garrigues. — Photogra

auraient eu l'occasion de faire un mauvais parti à notre troupe pacifique, dénuée d'armes, escortée par quatre ou cinq spahis. Ils ont été hospitaliers et bons. Seulement, dans presque tous les hameaux, ils réclamaient vivement auprès du Résident général. A Toujane, une assemblée de notables, drapés comme des empereurs romains, vint présenter une série de doléances. Ils criaient tous ensemble : *Sidi Louzir ! Sidi Louzir* (Seigneur vizir). Ils demandaient l'exonération du service militaire, dont le Gouvernement veut étendre les charges, précisément cette année, jusqu'à leur district. Le Résident appela un des spahis rouges qui nous accompagnaient : « Regardez cet homme, dit-il aux mécontents. Trouvez-vous qu'il a l'air malheureux ? » Et, s'adressant au spahi, magnifique gars, stature de géant, face de prospérité : « Voyons, Hussein, dis-leur un peu comment vous êtes traités à la caserne ? » Hussein prit la parole. Et jamais le prestige de l'uniforme, la propreté de la chambrée, les délices du rata ne furent plus éloquemment décrits.

Je voudrais que cette scène familière fût l'image, en raccourci, de notre politique dans l'Afrique française. Il faut que tous les indigènes qui viennent avec nous, chez nous, puissent faire à leurs compatriotes un rapport favorable sur ce qu'ils ont vu, entendu et senti. Il faut attirer, gagner par l'exercice équitable de l'autorité, par le culte passionné du droit et de la justice, ces populations que nous avons affranchies de l'insécurité et de la misère. Le Protectorat ne serait qu'une étiquette illusoire, vainement inscrit sur les protocoles des diplomates, s'il n'était pas conforme à la définition que son nom même lui impose, — s'il n'était pas, dans toute la force du terme, une tutelle.

Fig. 45. — *Sieste dans le pays des Matmatas.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Fig. 46. — *Indigène du pays des Matmatas venant de capturer des petits chacals.*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

la ville et du port de Sousse.
vure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Gaston Deschamps.
Docteur ès lettres
Ancien élève de l'Ecole d'Athènes.

LES CONDITIONS SANITAIRES ET L'HYGIÈNE EN TUNISIE

La Tunisie a toujours été considérée comme un pays parfaitement sain. Au temps de l'occupation romaine, on mourait, paraît-il, de vieillesse dans cette partie de l'Afrique du Nord.

I. — Climat, Salubrité, Mortalité.

Le climat tunisien est, d'une façon générale, assez régulier. La température moyenne est à Tunis de 18°. La côte orientale jouit à peu près de la même température. L'intérieur est plus chaud, et tout spécialement la région de la Medjerdah, abritée des brises du nord par un écran montagneux.

§ 1. — Saisons.

Les saisons, considérées au sens vulgaire du mot, c'est-à-dire sous le seul rapport du climat, peuvent se distinguer comme en France en : hiver, printemps, été et automne.

1° L'hiver est caractérisé par des pluies dans les plaines, et de la neige sur les montagnes. Les pluies commencent à la fin d'octobre : elles durent, — avec de nombreuses interruptions qui ont lieu surtout en février, — jusqu'à la fin d'avril.

2° Le printemps commence en mars, finit en mai.

3° L'été va de mai à octobre. La saison chaude se prolonge le plus souvent jusqu'à la fin de ce mois. Les deux mois les plus fatigants à supporter sont ceux d'août et septembre ; cela tient à ce que l'atmosphère est rafraîchie pendant les mois de juin et juillet par de grandes brises du nord. Au contraire, en août et septembre, et parfois octobre, on subit des temps orageux, et des vents du sud. Ces jours-là, le thermomètre peut atteindre 40°.

4° L'automne s'étend d'octobre à la fin de novembre; c'est une saison très agréable [1].

§ 2. — Conditions générales de salubrité. Taux de la mortalité.

Il est assez difficile d'établir scientifiquement le degré de salubrité de la Tunisie. Même pour la ville de Tunis, la base élémentaire de cette appréciation, — le recensement de la population, — faisant défaut, on ne connaît même pas approximativement le nombre des habitants. La déclaration des naissances n'est pas obligatoire et ne se pratique que pour les Européens ; encore chacun peut-il la faire au consulat de la nationalité à laquelle il appartient, et même, s'il veut se soustraire à cette formalité, il peut le faire impunément.

Quant à la population indigène, elle pousse à un degré excessif le respect de la vie privée, et elle n'entend accepter aucun contrôle pour l'intérieur de la maison. La déclaration des décès est obligatoire depuis le 1er avril 1885, époque où ont été réorganisées les municipalités. Ce service fonctionne d'une manière satisfaisante, parce qu'il faut déclarer préalablement le décès si l'on veut obtenir un permis d'inhumation dans les cimetières municipaux. Pour chaque décès, on exige un certificat médical constatant la mort et sa cause [1].

Si nous ne pouvons établir d'une manière certaine le degré de salubrité de la Régence, nous pouvons, du moins, le faire pour la partie française de ses habitants. Dans un travail publié par le docteur Bertholon dans la *Revue tunisienne*, organe de l'Institut de Carthage, nous trouvons qu'en Tunisie les Français n'ont pas subi une mortalité exagérée au début de la colonisation, comme ils l'ont éprouvée en Algérie. De 1853 à 1887, la mortalité des Français en Algérie a été de 30 à 47 pour mille, tandis que, pour la Tunisie, elle serait annuellement, depuis 1882, de 24 à 25 pour mille. La comparaison de la mortalité en Algérie avec la mortalité en Tunisie confirme hautement l'excellence du climat de ce dernier pays. Non seulement les débuts de la colonisation n'ont pas donné les proportions de mortalité exagérées comme en Algérie, mais encore les chances de vie sont, au moment présent, supérieures dans la proportion de 2 à 5 pour mille en Tunisie, pays nouveau, sur l'Algérie colonisée depuis soixante ans.

Par comparaison avec ce qui se passe dans les grandes villes de France, on voit que les conditions sont souvent plus favorables en Tunisie. Ainsi, pour la période qui s'étend de 1887 à 1890, on a compté à Marseille 34 décès pour 1.000 habitants; à Reims, 30; à Toulouse 26,6; dans la population française prise en bloc : 26. La ville de Tunis n'aurait éprouvé qu'une mortalité de 25,2 pendant cette même période. Cette mortalité est à peine supérieure à celle de Paris, 24, la plus favorisée de nos grandes villes.

Malgré ce faible taux de mortalité, il ne faut pas oublier que la Tunisie est un pays chaud, et ce que nous avons dit plus haut de l'été, doit être un avertissement pour l'émigrant; car, s'il n'a pas à craindre un mauvais état sanitaire et des maladies spéciales à la colonie, il doit, comme partout ailleurs, subir un acclimatement, qu'il supportera mal pendant l'été. Il ne faut jamais débarquer en Tunisie pen-

[1] Dr Bertholon. *Conseils hygiéniques aux émigrants en Tunisie.*

[1] *De l'assainissement de Tunis*, par le Dr Richard, médecin en chef, de l'hôpital militaire de Tunis et M. Janin, ingénieur des Ponts et Chaussées.

dant la saison chaude. De juin à octobre ce serait s'exposer aux plus grands risques de maladie. La meilleure saison pour se mettre en route varie d'octobre à fin d'avril. La transition se fait alors sans secousse pour la santé, et l'on a tout le temps nécessaire pour s'habituer à la chaleur de l'été suivant, la chaleur venant progressivement.

§ 3. — Régions sanitaires.

M. le Dr Bertholon a fait une étude sanitaire de la population française en Tunisie. Il divise la Régence en quatre régions. La première, qui comprend les contrôles du Nord-Est (Bizerte, Tunis, la Goulette, Nabeul), paraît absolument favorable au point de vue hygiénique, puisque, pour 100 décès, on y relève 133 naissances pendant la période de 1881 à 1892. La deuxième région comprend les contrôles du Nord-Ouest (Béja, Souk-El-Arba, Khroumirie, le Kef, Maktar); cette région du Nord-Ouest est moins privilégiée que la première; on ne compte plus que 112 naissances pour 100 décès. Elle est donc, malgré tout, très saine. La troisième région comprend les contrôles du Sahel et de la Tunisie centrale (Sousse, Kairouan, Sfax); cette région est remarquablement salubre : 149 naissances pour 100 décès. On peut juger par ce chiffre du développement que prendrait une population française, si l'on voulait diriger sur ce point ceux de nos émigrants qui vont se perdre à l'étranger. La quatrième région comprend les contrôles de la Tunisie méridionale (Djerba, Gabès, Tozeur). Dans cette région il y a trop peu de Français pour qu'on puisse établir des conclusions bien fermes; pourtant, on y trouve des parties parfaitement saines. Dans cette portion de la Tunisie, aujourd'hui déserte, s'élevaient, du reste, autrefois de grandes villes du monde romain.

Enfin, on ne rencontre pas en Tunisie de maladies spéciales au pays. Au point de vue de la colonisation, cette donnée offre un grand intérêt. Le Français trouve dans la Régence un climat sain, auquel il peut se faire rapidement, sans acclimatement pour ainsi dire. Il fera bien pourtant de s'abstenir de tout travail musculaire de dix heures du matin à trois heures en été, et de faire la sieste pendant ce temps-là. Il se couvrira la tête d'un chapeau épais pour éviter les insolations [1]. Mieux vaut avoir des vêtements de laine, que l'on met au coucher du soleil; on évite ainsi les dangers des brusques écarts de température.

II. — Variole.

La maladie la plus fréquente dans la Régence est la variole : elle fait des ravages effrayants. Dans le Sud, chaque tente a un enfant chaque année, et, malgré cela, la population reste stationnaire; c'est que périodiquement, tous les cinq à six ans, la variole apparaît, enlève tous les enfants qu'elle peut enlever, puis disparaît. De là des différences considérables de mortalité d'une année à l'autre. A Tunis, la mortalité générale en 1886 est de 3.744; en 1887 elle est de 3.685; en 1888, elle monte à 5.807; il est mort cette année-là à Tunis 1.645 personnes de variole; en 1889, la mortalité générale retombe à 3.750, dont 39 de variole; elle reste stationnaire jusqu'en 1894, où elle monte à 4.499, sur lesquels il y a 870 morts par variole.

Décès par variole à Tunis :

1886	2	1891	4
1887	2	1892	8
1888	1.645	1893	132
1889	39	1894	870
1890	39	1895	38

La population indigène ne se fait vacciner qu'en très petit nombre; cela s'explique par la peur que fait naître, chez elle, la pratique de la variolisation, — dont elle voit constamment les effets désastreux, — puis par ce fait qu'au moment des épidémies où cette variolisation s'opère sur une grande échelle, le chiffre de la mortalité augmente encore. Pendant ces épidémies, tout ce qui est susceptible de prendre la maladie en est atteint; ceux qui ne succombent pas gagnent l'immunité, et la contagion revient au bout de cinq à six ans, lorsque cette immunité disparaît. Dans aucun pays du monde, on ne rencontre plus de figures conservant les marques de la variole, et plus d'indigènes ayant perdu les yeux à la suite de cette maladie.

La *variolisation* est souvent pratiquée par les barbiers, lesquels font aussi les saignées aux malades (fig. 1); pour varioliser, ils inoculent le pus des pustules de variole bénigne sur le dos de la main, dans le premier espace interdigital; mais, à côté de cette inoculation directe, on provoque encore la maladie en mettant, par exemple, le sujet à immuniser dans le lit d'un varioleux et en obligeant ce malade à décortiquer des fruits secs, tels que : amandes, noisettes, noix, etc..., que son compagnon de lit doit absorber. On cherche encore à donner la maladie en grattant les croûtes de variole, que l'on fait avaler dans du lait aux individus sains. Enfin, dès que les Arabes observent un cas de « variole de Dieu », c'est-à-dire spontané, ils cherchent à provoquer la maladie chez les enfants de tout le quartier, et déterminent ainsi volontairement ces épidémies épouvantables.

Un médecin italien, né à Tunis, qui avait été variolisé dans sa jeunesse, nous disait dernièrement que ces divers modes de variolisation et de contagion provoquées enlèvent jusqu'à 20 °/₀ des sujets qui prennent la maladie.

[1] Dr Bertholon. *Conseils aux émigrants en Tunisie.*

Les épidémies de 1888 et de 1894 nous offrent une preuve très frappante de l'efficacité de la *vaccination ;* la population de Tunis se compose d'environ 100.000 Arabes, 30.000 Israélites et 30.000 Européens. En 1888, sur une mortalité de 1.645 varioleux, on compte 1.384 Arabes, 101 Israélites, 160 Européens; en 1894, sur une mortalité de 870 varioleux, on compte 712 Musulmans, 30 Israélites, 128 Européens. Or, les Israélites sont, comme les Européens, presque toujours vaccinés, et, dès qu'on ouvre un établissement gratuit de vaccination ou de *revaccination*, ils s'y précipitent en foule. Les Européens négligent trop souvent de se faire *revacciner*, et les Arabes sont rarement vaccinés.

Il nous paraît intéressant de comparer les chiffres de la mortalité par variole à Tunis avec ceux de Marseille, la ville française la plus éprouvée, où il y a toujours de la variole en plus ou moins grande quantité :

Décès par variole survenus à Marseille.

ANNÉES	DÉCÈS
1884	55
1885	329
1886	2.052
1887	59
1888	124
1889	199
1890	548
1891	426
1892	50
1893	79
1894	144
1895	738

On voit, d'après ces chiffres, que, dans les années les plus éprouvées, la mortalité est loin d'atteindre la proportion que nous avons signalée pour Tunis ; mais, en revanche, la variole ne disparaît point entre deux épidémies à Marseille, comme elle le fait à Tunis. C'est que, à Tunis, pendant les épidémies, la population recherche la maladie, et comme nous l'avons déjà dit, les causes de contagion sont tellement considérables que tout ce qui est susceptible de prendre la maladie en est atteint et que l'épidémie ne reparaît que lorsque de nouvelles victimes lui sont offertes.

Le gouvernement du Protectorat a, depuis plusieurs années, installé un service de vaccine publique qui répand la vaccination jennérienne. Les médecins militaires font aussi un grand nombre de vaccinations dans l'intérieur de la Régence. Depuis la fin de 1894, nous avons installé comme annexe de l'*Institut Pasteur de Tunis*, un centre vaccinogène qui, au moyen de génisses, produit le vaccin nécessaire à ces divers services. Jusqu'à ce jour, le vaccin employé par les médecins de la Tunisie venait de Paris, de Bordeaux, de Tours, de Montpellier, de Milan; il arrivait ici après un long voyage : on le conservait souvent longtemps avant de s'en servir, si bien que les résultats n'étaient pas toujours parfaits.

L'installation du centre vaccinogène de Tunis a coïncidé avec l'épidémie de variole qui a enlevé à Tunis 870 personnes en 1894. Aussi toute la population a-t-elle été poussée à se faire vacciner et à propager la vaccination autour d'elle.

Cette croisade sanitaire est, pensons-nous, intéressante à suivre; aussi allons-nous en dire quelques mots.

Le directeur de l'Enseignement public en Tunisie, M. Machuel, encourage le plus possible, depuis quelques mois, son personnel d'instituteurs à propager la vaccination. Il est arrivé à créer une émulation salutaire parmi eux, en signalant dans le *Bulletin officiel de l'Enseignement*, ceux qui se distinguent en vaccinant dans leurs écoles. On trouve ainsi dans le *Bulletin de l'Enseignement :*

« Le Directeur de l'Ecole de Schuiggi a vacciné avec « succès une vingtaine de ses élèves et deux personnes « adultes de la localité à l'aide du vaccin qui lui avait « été envoyé par la Direction de l'Enseignement. Il « serait désirable que cet exemple fût suivi par tous « nos instituteurs ».

Ou encore :

« Messieurs les instituteurs Jourdan à Téboursouk, « Lacore à Mateur, et Rojat au Souassis, ont, sur leur « demande, reçu du vaccin. Ils ont vacciné avec succès « presque tous leurs élèves, ainsi qu'un grand nombre « de personnes adultes. En imitant cet exemple, les « Instituteurs et Institutrices rendraient à tout le pays « un service considérable. »

« A Ksour-Essaf, M. Lods, instituteur, a vacciné pen- « dant le mois dernier 71 élèves ; l'opération a parfai- « tement réussi pour 67. Il a vacciné également 16 autres « personnes de la localité, dont 12 avec succès. Le rôle « de cet instituteur méritait d'être signalé. »

Enfin, depuis deux ans, M. Machuel nous a chargé de faire un cours d'Hygiène et une leçon pratique à l'Ecole Normale de Tunis pour enseigner à son personnel comment doit se faire la vaccination.

D'un autre côté, frappé du danger que fait courir à notre armée le foyer de variole que l'on trouve dans ce pays, et contre lequel on ne peut lutter que par la vaccination, le groupe tunisien de l'*Union des Femmes de France* s'est décidé à tenter une croisade sanitaire pendant le cours de 1895. Pendant plus de six mois les dames membres de l'Union se sont créé l'obligation d'aller, au moins une fois par semaine, dans les familles Arabes les plus réfractaires à la vaccination. La Présidente, Mme René Millet, femme du Résident Général de France, comprenant l'influence qu'elle pouvait exercer sur les indigènes, a été présente à toutes les séances de vaccination.

Les femmes pénètrent plus facilement que les hommes dans la famille musulmane; mais ce n'est pas à cette difficulté d'approcher la femme

arabe qu'il faut attribuer exclusivement l'impossibilité où l'on est de faire pénétrer la vaccination dans les intérieurs musulmans. Il y a une autre raison. Dans les premières séances d'inoculation, après avoir entraîné la conviction du chef de famille au sujet de l'utilité de la vaccination et avoir pénétré auprès des femmes, les vaccinatrices européennes ne pouvaient procéder à l'inoculation que lorsque les femmes arabes, menacées par leurs époux, se voyaient contraintes de subir l'opération.

Peu à peu, les difficultés ont été moindres et, à la fin, les femmes venaient d'elles-même demander la vaccination. La réputation d'innocuité de l'opération s'était répandue. En effet, ce qui retenait le plus les femmes arabes, c'étaient les accidents consécutifs à la *variolisation* qu'on pratique sur elles, et qu'elles confondent avec la *vaccination*. Un exemple frappant de ce que nous venons de dire se trouve

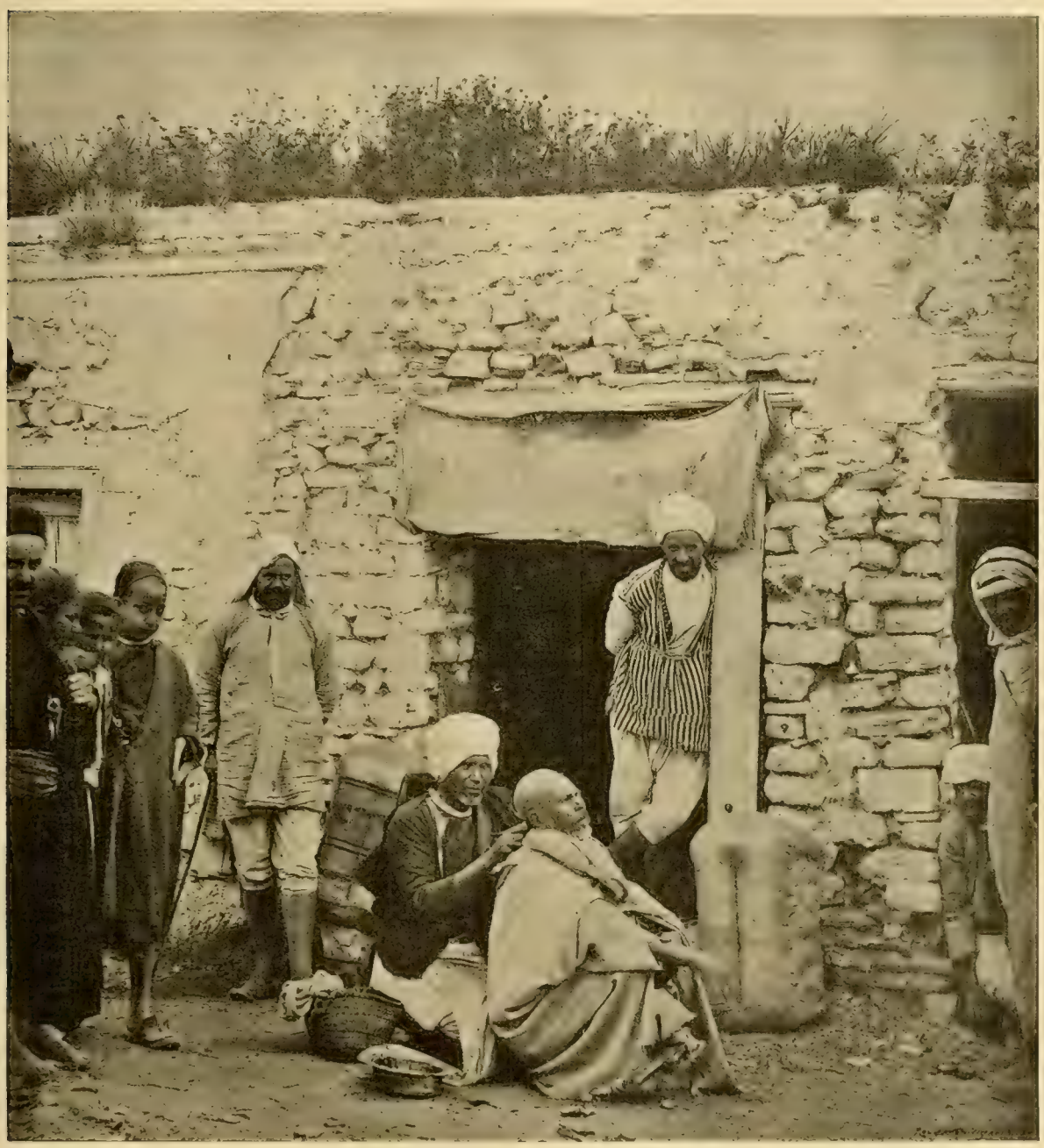


Fig. 1. — *Coiffeur ambulant traitant un Arabe malade par des saignées dans la peau du cou.*
(Ce sont ces coiffeurs qui pratiquent, en cas d'épidémie aiguë de variole, l'opération, si dangereuse, de la variolisation.)

Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron Vignerot et Cie.

noté sur le cahier d'observations des membres de l'*Union des Femmes de France*. Un jour, ces vaccinatrices inoculèrent 124 femmes dans un village des environs de Tunis; il restait encore une vingtaine d'inoculations à faire, lorsque, surprises par l'heure tardive, elles remirent l'opération à une autre séance. Ce premier jour, les femmes hésitaient et ne se laissaient inoculer qu'avec difficulté. Le ramadan commença quelques jours après, et, pendant tout le mois que dura ce carême arabe, il fut impossible de reprendre la vaccination. Au bout de ce mois, à la première séance, les vaccinatrices furent tout étonnées du changement d'attitude des femmes arabes. Elles voulaient toutes être vaccinées, elles et leurs enfants; et même celles qui avaient été vaccinées un mois auparavant demandaient à subir à nouveau l'opération. Questionnée sur les causes de ce changement d'attitude, l'une d'elles fit la réponse suivante :

« Vous avez vacciné 124 des nôtres, 107 ont eu le « bras énorme, mais pas une n'est morte; s'il en est « ainsi, inoculez-nous tant que vous voudrez; nous « savons que cette opération préserve de la variole; « ce qui nous avait retenues, c'est que, d'ordinaire, « plusieurs des opérées meurent de l'inoculation telle « qu'on la pratique chez nous. »

D'autres fois, les vaccinatrices étaient reçues d'une façon particulièrement aimable : on remettait des adresses écrites sur parchemin à leur présidente ; voici la traduction de l'une de ces adresses :

« Le soussigné est heureux de manifester à la très « parfaite Mme Millet, la digne compagne du très émi- « nent parmi les savants et les hommes politiques, « M. René Millet, Résident Général de la République « Française à Tunis, l'expression de sa reconnaissance « pour la peine qu'elle a bien voulu prendre d'apporter « sous son toit l'excellent préservatif du vaccin. Il l'as- « sure qu'elle a laissé derrière elle dans sa maison une « tranquilité d'esprit et des sentiments de gratitude « qui dureront autant que sa propre famille, et se « répandront autour d'elle comme le parfum des fleurs « et la lumière d'un astre au moment de sa splen- « deur.

« Si toutes les femmes ressemblaient à celles que « nous avons vues, les femmes seraient à coup sûr con- « sidérées à l'égal des hommes. »

D'autres fois encore, les colons reconnaissants envoyaient des lettres de remerciement :

« J'ai, comme je vous l'avais promis, à vous donner « les résultats de la vaccine que vous avez pratiquée « sur les sept personnes qui composent la famille de « mon métayer. Outre que la réussite a été parfaite, « elle a convaincu tout le pays; car, dans le douar « auquel ils appartiennent, la variole n'a cessé que ces « jours derniers, et de ceux qui ne l'avaient pas encore « eue, les vaccinés sont les seuls qui lui ont échappé. « Un grand nombre de personnes ont été malades dans « la région, et les vaccinés conservent seuls leur figure, « comme disent les Arabes. Aussi, maintenant je suis « importuné par les parents venant me demander de « faire traiter leurs enfants. Si ce n'était pas vous « déranger, j'en aurais une vingtaine à faire vacciner. « Je vous remercie pour ces pauvres gens. »

Un enfant en traitement à l'Institut anti-rabique de Tunis fut pris de variole ; lorsqu'il entra en convalescence, j'allai chez lui continuer les inoculations anti-rabiques. Dans la maison j'entrevoyais chaque jour les femmes qui se cachaient derrière les rideaux : j'appris que pas une d'entre elles n'était vaccinée, mais pas une ne voulut me laisser faire l'opération. J'eus recours à l'*Union des Femmes de France :* 7 femmes furent inoculées avec 7 succès.

Enfin, la croisade a produit son effet : 500 femmes et enfants ont été vaccinés par l'*Union des Femmes de France* dans les différents milieux de la population tunisienne. Les femmes indigènes n'ont plus peur de la vaccination ; elles appellent maintenant médecins ou sages-femmes pour la pratiquer sur elles; l'impulsion est donnée. Un médecin de Tunis nous disait dernièrement qu'il ne savait à quelle cause attribuer le nombre des hommes et des femmes indigènes qui viennent réclamer la vaccination en ce moment. C'est évidemment à la propagande qu'on a faite de divers côtés. J'ajouterai, du reste, que, grâce aux soins de propreté et aux précautions prises, pas un seul accident n'a été à déplorer, et les réussites ont été environ de 96 %.

III. — Autres maladies infectieuses.

§ 1. — Fièvre typhoïde.

La fièvre typhoïde a fait autrefois de nombreuses victimes dans la Régence, surtout au moment de l'occupation française, en 1882. A l'heure actuelle, ces épidémies vont en décroissant de nombre et de gravité. A Tunis, en particulier, la mortalité, qui était de 1645 par variole en 1888, était de 33 par fièvre typhoïde.

§ 2. — Dysenterie, etc...

La dysenterie règne à l'état endémique dans la Régence, mais elle y est extrêmement bénigne, sans caractère de gravité. — On rencontre, de temps en temps, des abcès du foie. Les affections vermineuses sont fréquentes.

§ 3. — Diphtérie.

L'année 1894, qui a été la plus mauvaise au point de vue de la diphtérie, a présenté 61 décès pour cette maladie à Tunis. Nous croyons que cette affection est très rare en Tunisie. Depuis la fin de 1894 fonctionne à Tunis un service de diagnostic de la diphtérie ; les examens de fausses membranes nous ont montré une rareté excessive de véritable diphtérie et, en général, les angines réellement diphtériques sont bénignes : souvent, elles ne révèlent leurs caractères toxiques que par les paralysies consécutives.

§ 4. — Choléra.

En 1849, le choléra a sévi avec une violence extrême sur la population juive, qui a été décimée;

et, l'année suivante, la population arabe et les Européens ont été, à leur tour, fortement éprouvés. A la fin de 1893, une légère épidémie de choléra a encore sévi sur le quartier israélite de la ville, amenant 35 décès en octobre, 80 en novembre, 19 en décembre. Cette épidémie est restée cantonnée à 7 ou 8 maisons et s'est éteinte d'elle-même ; on retrouvait dans le tube intestinal des victimes le bacille virgule, avec ses caractères de culture et de virulence. Depuis cette époque, de grands travaux d'assainissement ont été entrepris dans cette partie de la ville, et l'épidémie n'a pas reparu.

§ 5. — Paludisme.

La fièvre paludéenne n'existe pas à Tunis, mais quelques foyers d'impaludisme sont disséminés dans la Régence. On les évite en travaillant le moins possible dans les bas-fonds, surtout le matin et le soir, quand ceux-ci sont couverts de brume.

L'occupation romaine semble avoir voulu éviter avec soin ces endroits malsains : toutes les ruines de villes ou de villages se trouvent au flanc des coteaux qui bordent, par exemple, au nord la vallée de la Medjerdah. Il est, en effet, à remarquer que le remède existe dans cette région à côté du mal : partout, sur ces points d'impaludisme, se trouvent de petites collines qui peuvent servir de sanatorium. La culture intensive dans ces régions recommence à les assainir et fera complètement disparaître ces fièvres palustres.

§ 6. — Tuberculose.

La tuberculose est-elle fréquente en Tunisie ? C'est un point difficile à établir. On trouve certainement de nombreux cas de phtisie chez les indigènes ; pourtant, si nous nous en tenons aux seules données certaines que nous ayons, il semblerait que cette maladie fût extrêmement rare. Le corps d'occupation tient la tête de toute l'armée française, depuis plusieurs années, au point de vue de la petite quantité de sujets tuberculeux qu'il fournit à la moyenne générale. En 1892, par exemple, il y a eu dans le corps d'occupation de Tunisie 2,75 pour mille cas de réforme pour cette maladie et 0,64 pour mille décès, alors que le 4e corps comptait 10,15 cas de réforme pour tuberculose et 1,69 décès ; pour toute l'armée française, les cas de réforme étant de 6,55 pour mille, la mortalité par tuberculose était de 1,04.

D'un autre côté, Tunis possède, depuis 1888, un abattoir fort bien installé et où l'inspection se fait très sérieusement sous la direction d'un vétérinaire. Les cas de tuberculose chez les bovidés sont extrêmement rares : sur 20.247 abattus en 1892, 2 ont été trouvés atteints, soit 1 pour 10.000 en moyenne. En 1893, le nombre a été plus faible : il a été de 1 pour 26.992. En 1894, quoique très faible encore, il a considérablement augmenté : il s'est élevé à 1,5 pour 27.618.

En parlant de cet abattoir, nous devons signaler que les animaux y sont saignés par une large incision faite à la partie antérieure du cou ; l'abatage se fait de la même façon dans les trois quartiers, pourtant bien séparés : chrétien, musulman et israélite. La viande se conserve mieux ainsi, étant plus exsangue. Le vieux rite sémitique a donc eu sa raison d'être et son origine dans une préoccupation d'ordre hygiénique ; et nous n'avons qu'à admirer et imiter sur ce point, dans les pays chauds, les musulmans et les juifs, malgré ce que ce procédé peut avoir de cruel.

§ 7. — Rougeole.

La rougeole est très rare en Tunisie ; il y a eu une petite épidémie dans les premiers mois de l'année 1892, épidémie qui a enlevé, sur la population totale de Tunis, 139 personnes.

Une autre épidémie a sévi sur la Tunisie dans le courant de 1895. Un grand nombre d'enfants sont morts de complications broncho-pneumoniques.

Dans le corps d'occupation on signale 0,89 cas pour mille, alors que dans l'armée française tout entière la proportion est de 5,59.

Même remarque pour la scarlatine : 0,57 pour mille soldats en Tunisie, au lieu de 3,98 cas sur mille dans l'armée française tout entière.

§ 8. — Furonculose.

On rencontre aussi dans la Régence pas mal de personnes atteintes de furonculose. Pour éviter la répétition sans nombre de ces clous, il est une précaution que les colons feront bien de prendre : c'est de ne jamais se servir d'étoffes de flanelle comme linge de corps : ils préféreront les tricots de coton en forme de filets, qui absorbent bien la transpiration. La flanelle se feutre vite, elle tient chaud et ne peut pas se laver à l'eau bouillante ; aussi est-elle une des causes qui permettent à la furonculose de se propager le plus sûrement. La nécessité de faire bouillir le linge de corps a été bien mise en évidence par le fait suivant qui a été observé dans l'un des régiments tenant garnison à Tunis : la moitié de l'effectif était atteinte de clous nombreux ; après enquête, le médecin, voyant, au bout de plusieurs mois, que l'épidémie ne faisait qu'augmenter malgré toutes les précautions prises, demanda que le linge qui, jusque-là, était lavé à l'eau froide dans la cour, fût porté à l'ébullition dans une buanderie, dont il proposa l'installation. En quelques semaines, l'épidémie disparut ou plutôt se localisa sur les hommes au niveau de la jambe et du pied, et ne disparut complètement que

lorsqu'on eut procédé à la désinfection des guêtres dont ils étaient porteurs.

§ 9. — **Rage.**

La rage est assez répandue en Tunisie ; la ville de Tunis, par exemple, ne se comporte pas comme les villes du Levant, où cette maladie est inconnue. Les chiens y vivent comme ils le font dans les centres européens ; on n'y rencontre pas ces hordes d'animaux qui grouillent dans les cités comme Constantinople, Beyrouth, Smyrne, Alep, etc... Or, pour expliquer l'absence de rage dans ces villes du monde musulman, on a donné l'ingénieuse et très vraisemblable raison que voici ; elle s'appuie sur un fait signalé par tous les voyageurs. Dans ces villes, les chiens n'appartiennent à personne : ils sont à la ville. Chaque famille canine a son quartier à elle ; elle est là chez elle ; elle se charge de débarrasser une partie de la ville de ses immondices, mais elle ne permet à aucun chien d'une famille voisine de venir sur ce territoire réservé ; l'imprudent serait de suite exterminé. Un des premiers symptômes de la rage, très fréquent chez le chien, est un besoin de mouvement qui se manifeste par sa fuite de chez son maître. Le public, qui depuis longtemps a remarqué cette humeur voyageuse de la première période, dit que le chien se sauve parce qu'il sent venir l'envie de mordre, et que, toujours fidèle, il ne veut pas s'attaquer à son maître. Malheureusement pour la vraisemblance de cette explication, le chien à ce moment-là n'a pas encore envie de mordre ; il n'est poussé par ce besoin de faire des morsures que quelques jours après, lorsqu'il revient chez son maître, où, dans la joie de le revoir, on lui prodigue des caresses ; et l'inconscient mord souvent ceux qu'il aime. Aussi faut-il toujours se défier d'un chien qui revient après quelques jours d'absence.

Dans les villes comme Constantinople, où chaque famille de chiens a son quartier, dans lequel elle se cantonne et qu'elle défend avec un soin jaloux contre toute intrusion, on comprend que la rage ne puisse s'acclimater ; en admettant, en effet, qu'un chien ait été mordu par un animal enragé, avant de devenir dangereux pour les autres, il éprouvera le besoin de voyager ; il passera par le territoire d'une tribu voisine et il est certain de payer de sa vie cette audace maladive.

Quelles que soient les causes qui empêchent la rage de s'acclimater dans les villes du Levant, il est certain que Tunis n'a pas les mêmes raisons pour voir disparaître l'hydrophobie, et que les chiens enragés y sont aussi nombreux que dans les grandes villes de France. La rage est encore entretenue par la présence des chiens arabes, absolument libres dans la campagne, et sur lesquels il est impossible d'exercer une surveillance. Nous pouvons ajouter que la rage mue ne paraît pas être plus fréquente qu'en France. Jusqu'au mois de juin 1894, les personnes mordues par des animaux enragés allaient se faire traiter soit à Paris, soit à l'*Institut antirabique de Palerme*. Depuis cette époque, nous avons établi un *Institut Pasteur* à Tunis. Cet institut a traité 200 personnes pendant ses deux premières années d'existence.

IV. — Alcoolisme.

L'alcoolisme fait malheureusement de grands ravages dans la population européenne de Tunis. Dans ce pays chaud, où l'on devrait presque complètement s'abstenir de boissons qui contiennent une forte proportion d'alcool, on trouve des cabarets où il est possible, moyennant une somme de six francs par mois, de venir chaque jour boire tout ce que l'on peut absorber sur place. Plus l'intoxication est rapide, plus fort est le bénéfice de l'industriel. Il n'y a en Tunisie aucun droit sur les alcools. L'alcoolisme est ici une plaie terrible, et les alcooliques ne fournissent pas une longue carrière. *Une habitude néfaste de beaucoup de colons est l'usage de boissons alcooliques prises sous le nom d'apéritif, et spécialement d'absinthe.* Ceux qui en usent perdent vite tout appétit, ils sont éminemment sujets aux fièvres paludéennes, aux diarrhées et aux insolations. Tout colon, au contraire, qui s'abstiendra de boissons alcooliques, jouira d'une aussi bonne santé que dans la mère-patrie.

A Sfax, à Kerkenah, à Djerba, on voit des indigènes ivres de vin de palmier. L'ivresse produite par ce liquide fermenté est violente, mais dure peu.

Le suc du palmier est, sous le nom de lagmi, l'objet d'un commerce assez important en Tunisie. Dans le Nefzaoua, par exemple, on récolte le lagmi sur environ 3.500 palmiers chaque année. Quand la récolte de blé et de dattes a été mauvaise, on augmente encore la récolte du lagmi. Pour une période de 2 mois et demi, à raison de 9 litres par jour et par arbre, cela donne, pour le Nefzaoua seul, 2.362.500 litres de lagmi, qui se vend 0 fr. 10 à 0 fr. 20 le litre. Aux environs de Tunis, le lagmi qu'on récolte est peu sucré ; ainsi nous n'avons jamais trouvé dans cette région de vin de palmier ayant plus de 4° d'alcool ; mais, dans le Sud, il n'en est pas de même, et c'est un liquide fortement alcoolique. Sur un palmier de taille ordinaire de 6 mètres de hauteur, on récolte le lagmi deux fois par jour, et voici comment l'on opère : On laisse les deux rangées de feuilles les plus basses, et on enlève toutes les autres. On coupe en forme de cône le sommet de l'arbre, mettant ainsi à nu le cœur du palmier, et l'on creuse tout autour une

rigole circulaire. Sur un point de cette rigole, on fait une entaille dans laquelle on place un roseau qui sert de déversoir au liquide. Ce liquide va tomber dans une gargoulette attachée à l'arbre. Pour permettre l'écoulement du lagmi dans la rigole circulaire, on rase tous les jours le sommet du tronc en détachant une très légère couche du cœur de l'arbre, de l'épaisseur d'une feuille de papier. Le roseau n'est généralement pas renouvelé pendant toute la durée de la récolte.

Lorsqu'on a tiré le lagmi d'un palmier, une fois la récolte terminée, on panse la plaie en recouvrant le cœur de l'arbre d'un linge, puis de terre mouillée, et le tout d'un panier ou couffin. Les nouvelles pousses prennent naissance dans l'excavation qui servait primitivement de réservoir et dépassent le manchon de terre qui, peu à peu, finit par tomber. Le palmier repousse ensuite, et un léger étranglement du tronc indique que l'arbre a été utilisé pour le lagmi. On le laisse reposer pendant deux ans au moins et on ne peut lui faire produire de nouveau lagmi que la troisième année. L'arbre ne donne des dattes que tous les deux ans, et, si une récolte l'a trop épuisé, il peut mourir; un palmier sur 15 environ meurt ainsi en séchant sur pied; cela dépend souvent de l'opérateur qui pousse trop loin la récolte.

On boit le lagmi immédiatement après la récolte; alors il est doux. On le conserve aussi quelques heures jusqu'à la fermentation, on le boit alors à l'état de vin de palmier. Beaucoup d'indigènes préfèrent le lagmi doux au vin de palmier. Ils cherchent, en effet, en buvant ce jus sucré, à se procurer un aliment.

Le lagmi fermente sous l'influence de levures qui sont apportées par les insectes, — mouches, abeilles, etc., — qui viennent se noyer dans le lagmi où elles sont attirées par le liquide sucré et où on les retrouve en grande quantité. Puisque le lagmi est, d'ordinaire, préféré au vin de palmier, on pourrait retarder le début de la fermentation en assurant la propreté des récipients, en changeant le morceau de sureau qui amène le suc dans ces récipients, en lavant, de temps en temps, les surfaces de l'arbre qui produisent le lagmi et en les protégeant le mieux possible du contact de l'air extérieur et des insectes.

Dans le vin de palmier, on trouve une flore bactérienne très nombreuse et presque constamment une petite levure qui pousse mal et lentement dans les milieux sucrés où on la sème. Aussi il n'est pas étonnant de voir la fermentation de ce vin traîner en longueur, ce qui permet aux autres microbes de pulluler librement et de donner des produits secondaires, accessoires, auxquels on doit attribuer le goût désagréable de cette boisson. On peut produire un vin de palmier assez agréable en semant dans du lagmi des levures de vin qui poussent vite et transforment rapidement le sucre en alcool.

Pour les indigènes, ce n'est pas l'alcool qui est le plus à craindre; ce qui fournit le plus d'aliénés est certainement le *chirisme*. L'indigène fume le kif, c'est-à-dire le chanvre, soit en le mélangeant avec du tabac, soit seul dans de petites pipes *ad hoc*, dont il aspire cinq à six bouffées. Il emploie aussi souvent la *chira*, qui contient la partie active du chanvre. On peut dire, en somme, que la chira est au kif ce que l'alcool est au vin. Pour fumer la chira, on se sert d'un narghilé spécial, qui reste au milieu du groupe des fumeurs; chacun d'eux aspire une ou deux bouffées. La chira produit une intoxication comparable à celle de l'alcool. Il y a un chirisme chronique, comme il y a un alcoolisme chronique.

Les indigènes emploient aussi l'opium, mais pour un usage très spécial. Ils donnent constamment, et cela même dans les plus grandes familles, des infusions de têtes de pavots aux enfants pour obtenir d'eux un sommeil profond. On peut dire que chaque enfant arabe absorbe en infusion une tête de pavot chaque soir et cela jusqu'à l'âge de deux ans.

V. — Travaux d'assainissement a Tunis.

Tunis était, il y a bien peu d'années encore, une ville sale, entourée d'une ceinture continue de cimetières, d'ordures ménagères et d'eaux d'égout. La grande cause d'insalubrité provenait des égouts et de leurs déversements. Ces égouts, très nombreux, étaient mal couverts dans la ville et découverts aux portes mêmes jusqu'à leur issue dans le lac; fort mal installés, leurs parois n'étaient pas même étanches; souvent obstrués, ils devenaient de larges fosses putrides, contenant non seulement les eaux ménagères et les détritus végétaux, mais encore les excrétions humaines, car le tout-à-l'égout est pratiqué à Tunis depuis fort longtemps. La plupart des maisons de la ville arabe y écoulent directement leurs matières de vidanges. Les cabinets d'aisance y sont assez proprement tenus, quoique souvent mal aérés, mais, au moins, ils sont fréquemment lavés. Ils sont isolés des pièces habitées, mais donnent presque toujours dans la cuisine, et leurs exhalaisons sont toujours gênantes; il n'est pas question, bien entendu, d'occlusion hydraulique.

Aujourd'hui, un nouveau réseau d'égouts est presque achevé non seulement dans la nouvelle ville européenne, mais aussi dans l'ancienne ville arabe.

Jusqu'à il y a trente ans, on consommait à Tunis de l'eau de citernes. Ces citernes, plus ou moins étanches, recevaient l'eau de pluie; mais, d'après ce que nous venons de dire des égouts, cette eau était

plus ou moins salubre. A l'heure actuelle, la ville est abondamment fournie d'eau de source, venant de Zaghouan. On a emprunté, pour cela, l'ancien aqueduc romain, qui a été réparé et donne une eau potable excellente et en quantité suffisante.

Il est à remarquer que l'Arabe est, en général, peu difficile sur la qualité de son eau d'alimentation. Dans le sud, on le voit fréquemment préférer une eau provenant d'une mare souillée par les déjections de ses animaux, des végétations cryptogamiques de toute sorte, à une eau provenant d'une mare absolument limpide. C'est qu'il sait que cette eau limpide est magnésienne, par conséquent purgative. Le colon fera donc bien d'imiter l'Arabe dans son choix, mais de ne pas boire cette eau souillée sans l'avoir fait bouillir au préalable.

Il y a une trentaine d'années, l'influence européenne s'exerçant par les consuls des diverses nations, l'œuvre d'assainissement a commencé. Depuis l'occupation française et plus particulièrement depuis une dizaine d'années, cette œuvre a pris un grand essor, et, actuellement, elle progresse avec une précision et une décision qui pourraient servir de modèle à d'autres villes du continent africain, et aussi du continent européen.

A l'heure actuelle, les voyageurs qui traversent la ville de Tunis, dans sa partie basse, lorsque le vent y apporte les odeurs du lac, s'en vont écrivant partout qu'une ville où il y a de telles odeurs ne peut être salubre. Nous n'irons pas aussi loin que les Tunisiens, et nous ne dirons pas que ces odeurs mêmes sont la sauvegarde de la cité. Mais il est certain qu'elles ne semblent pas avoir d'influence sur l'état de la santé publique. Il est, du reste, à remarquer que les eaux d'égout, si chargées en microbes au moment où elles se déversent dans le lac, subissent une sorte de stérilisation au contact de cette eau salée. Nous avons, de nombreuses fois, prélevé des échantillons d'eau dans les différentes parties du lac ; soumis à l'analyse bactériologique, ces échantillons ont permis de constater que, tout autour de l'endroit où débouchent les égouts, l'eau est très chargée en microbes. Ainsi, à la date du 28 février, on comptait, dans cette partie, 9.400.000 germes au centimètre cube. A côté de cette zone s'en trouvait une autre, distante de 100 mètres environ du déversement de l'égout : on y voyait sourdre une infinité de bulles de gaz, et il ne restait plus, d'après l'analyse bactériologique d'un échantillon prélevé à la même date, que 14.000 germes aérobies. C'est de cette zone surtout que se dégagent les odeurs. Au delà, malgré un fond brun jaunâtre, l'eau est claire et le nombre des germes qu'elle contient n'est plus que de 300 au centimètre cube, et cela à 250 mètres de la bouche de l'égout.

Dans un avenir très rapproché, les eaux des égouts, au lieu de se déverser directement dans le lac, seront transportées en totalité, grâce à une machine élévatoire, sur les terrains qui avoisinent la ville. On y fera l'épandage sur une vaste échelle, comme à Gennevilliers et à Berlin. Le lac ne sera bientôt plus le dépotoir de Tunis, comme il l'a été pendant des siècles.

Il est à remarquer que les habitants de ce pays sont familiarisés de longue date avec la pratique de l'irrigation à l'eau d'égout. Il est difficile de dire à quel moment on a commencé cette irrigation ; mais, des personnes qui habitent Tunis depuis plus de soixante ans affirment avoir toujours vu l'eau des kandacqs être utilisée par les Arabes pour la culture maraîchère, et elles sont convaincues qu'elle l'a été très anciennement : d'où il résulterait que Tunis serait une des villes où les champs d'épuration fonctionnent depuis le plus longtemps.

VI. — Conclusion.

En somme, et après tout ce que nous venons de dire, la Tunisie mérite la qualification de contrée parfaitement saine. L'Européen peut venir en toute sécurité y établir son *home*. Il n'a pas à craindre pour lui et sa famille les dangers de l'acclimatement, qu'il rencontre dans nos autres possessions d'outre-mer, même les plus rapprochées.

Depuis l'établissement du Protectorat, la France ne s'est pas seulement contentée d'apporter en Tunisie les bienfaits, souvent superficiels, d'une civilisation très avancée : elle a voulu faire œuvre sérieuse et profitable. C'est ainsi qu'en continuant son œuvre sanitaire d'embellissement et de repeuplement, elle peut rendre rapidement à la Tunisie sa splendeur et sa richesse d'autrefois.

Dr Adrien Loir,

Directeur de l'Institut Pasteur à Tunis.

GÉOLOGIE DE LA TUNISIE

Avant l'occupation française, la Tunisie était, au point de vue géologique, un des pays les moins connus du littoral méditerranéen. Aujourd'hui il n'en est plus de même, et les résultats obtenus ont permis déjà de dresser une carte géologique de la Régence au 1/800.000, œuvre assurément encore imparfaite et qui porte avec raison le titre de carte provisoire, mais qui fait le plus grand honneur à l'auteur, M. Aubert, et à ses collaborateurs.

L'exploration géologique de la Tunisie est due aux efforts combinés de la mission Cosson, à laquelle prirent part, comme géologues, MM. Le Mesle, Rolland et Philippe Thomas, et du service des Mines de la Régence, placé, de 1884 à 1892, sous la direction de M. Aubert.

Je mentionnerai encore : les recherches individuelles de M. Pomel, qui, tout de suite après l'établissement du Protectorat, rapporta, d'une excursion rapide dans toute la région du littoral, des résultats d'une valeur capitale; celles de deux ingénieurs italiens, MM. Baldacci et Zoppi, et surtout celles de M. Baltzer, de Berne, auquel est due la meilleure esquisse tectonique de l'Atlas Tunisien.

I. — Aperçu général.

On ne connaît en Tunisie aucune formation sédimentaire antérieure au Jurassique ; mais, depuis le Lias jusqu'au Pliocène, presque tous les étages y sont représentés, le plus souvent par des dépôts marins. Ces terrains forment l'ossature du pays : ils ont pris part aux dislocations du sol, et les inégalités de leurs reliefs sont en partie comblées par de vastes accumulations de dépôts d'origine torrentielle, d'âge récent, dont les éléments détritiques sont empruntés aux terrains secondaires et tertiaires.

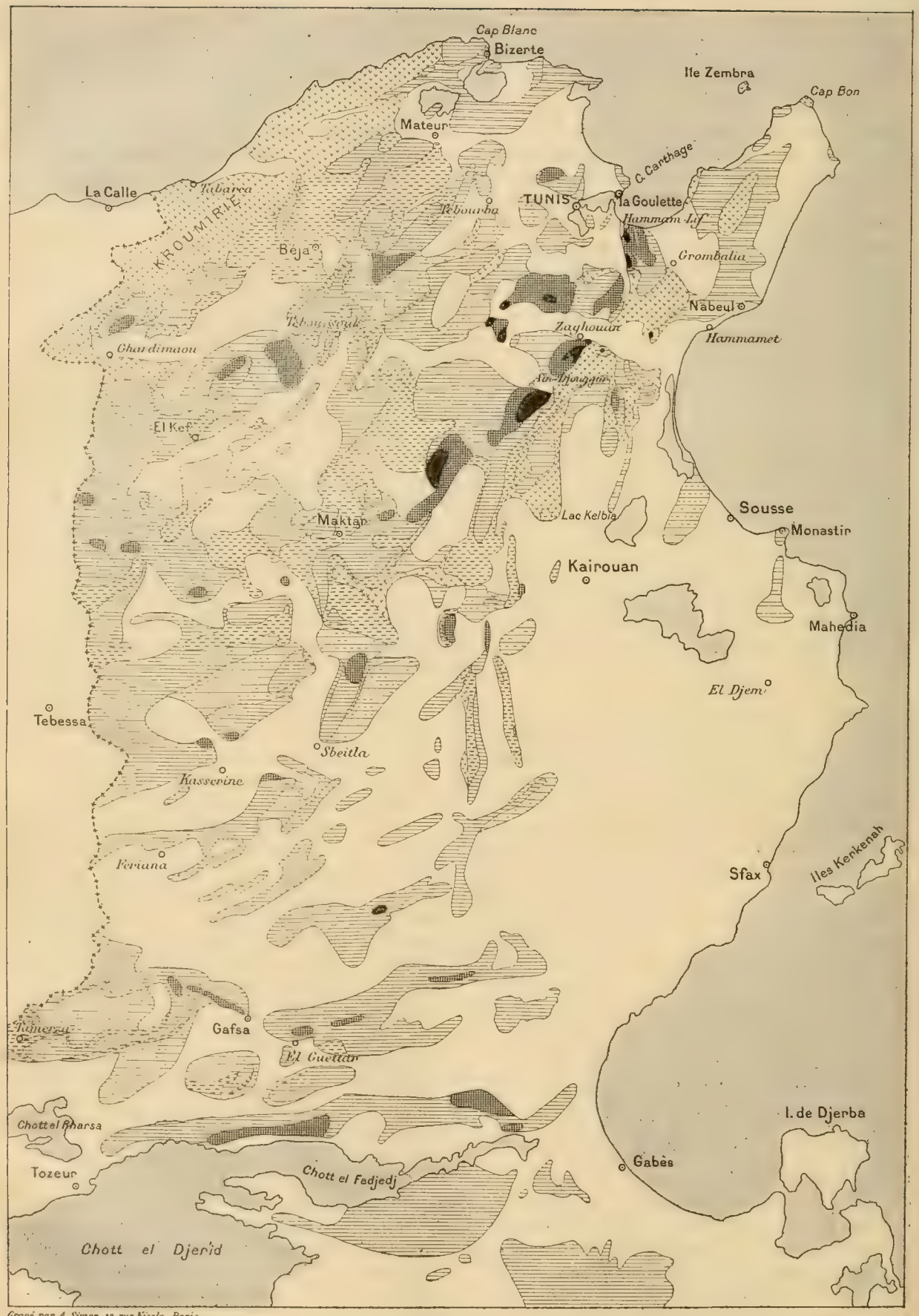
Les terrains sédimentaires les plus anciens de la série se rencontrent presque exclusivement dans les régions les plus accidentées de la Tunisie; ils constituent généralement des montagnes isolées, à crêtes quelquefois déchiquetées et à pentes abruptes, mais le plus souvent de forme très régulière, à base circulaire ou elliptique ; ce sont des *dômes*, surélévations anticlinales, dans lesquelles les couches plongent de toutes parts d'un point central vers la périphérie. Les terrains les plus récents de la Régence occupent, au contraire, des *cuvettes synclinales*, dans lesquelles la disposition des couches est inverse de ce qu'elle est dans les dômes, les couches plongeant de toutes parts de la périphérie de la cuvette vers un point central. En se dirigeant du centre du dôme vers la périphérie, on traverse des couches de plus en plus récentes, tandis qu'en se dirigeant du centre de la cuvette vers le bord, on traverse des couches de plus en plus anciennes.

Les dômes sont quelquefois irrégulièrement groupés et surgissent au milieu des plaines comme des cônes volcaniques; d'autres fois, ils sont alignés de manière à former des chaînons, orientés du sud-ouest au nord-est ou même du nord au sud dans le Nord de la Régence, orientés de l'ouest à l'est, dans le Sud, voire même probablement du nord-ouest au sud-est dans l'extrême Sud. Il existe, d'ailleurs, tous les passages entre les dômes à contours circulaires, les dômes à contours elliptiques et les véritables chaînons linéaires, qui prédominent dans le Sud.

Les cuvettes synclinales se traduisent dans le relief du pays de deux manières différentes : ou bien elles correspondent à des dépressions comblées et transformées en des plaines par des formations alluviales ; ou bien elles forment des plateaux élevés, à surface légèrement concave, dont les contours elliptiques sont marqués par une falaise abrupte. Ces plateaux, constitués le plus souvent par des terrains éocènes, sont connus sous les noms de *Dyr* ou de *Hamâda*. Tels sont, par exemple, le Dyr du Kef, pendant du célèbre Dyr de Tébessa, et la Hamâda el Kessera.

Si la distinction des dômes et des cuvettes synclinales est importante aux points de vue géologique pur et orographique, elle ne l'est pas moins au point de vue de la géologie appliquée. Comme nous le verrons, elle est capitale au point de vue agricole, et elle nous fournit de précieux indices pour l'étude de la répartition des gîtes minéraux.

Géologiquement, aussi bien que géographiquement, la Tunisie est une dépendance de l'Algérie : les mêmes terrains se retrouvent dans les deux pays avec des caractères presque identiques, et les plissements de l'Atlas tunisien sont la continuation de ceux de l'une des zones qui constituent l'Algérie. Parmi celles-ci les deux plus extérieures, l'Atlas tellien et la zone des Hauts Plateaux, ne s'étendent pas vers l'Est au delà d'une ligne passant approximativement par Batna, Guelma et Bône, et c'est l'Atlas saharien qui *seul* va passer en Tunisie, ses plis venant *relayer* ceux de l'Atlas tellien. Ce sont, en particulier, les plis du massif de l'Aurès et ceux du massif de Tébessa qui pénètrent en Tunisie; ceux-ci se continuent dans les montagnes du Centre, ceux-là traversent la Medjerdah et viennent atteindre la mer en conservant leur direction sud-ouest-nord-est.



Gravé par A. Simon, 12, rue Nicole _ Paris.

Fig. 1. — *Carte géologique de la Tunisie d'après la carte de M. Aubert au* $\frac{1}{800.000}$. (Voir ci-contre la légende des terrains.)

II. — La série secondaire; les sources et les gîtes de calamine.

§ 1. — Terrains jurassiques.

Le Jurassique, si l'on fait abstraction d'un affleurement assez étendu dans l'extrême Sud, découvert par Le Mesle, est presque exclusivement cantonné dans la région montagneuse située immédiatement au sud de Tunis. Il constitue dans cette région, qui correspond à peu près à l'ancienne Zeugitane, une série de dômes simples ou composés, tels que le Bou-Kournin, le Resâs, le djebel Oust, le Zaghouan, le djebel Djoukar, le djebel Fkirin, le Bargou, etc. Ces montagnes, formant tantôt des croupes arrondies, tantôt des crêtes dentelées des plus pittoresques, sont presque entièrement composées de calcaires liasiques, compacts, indistinctement stratifiés, atteignant plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. On ne connaît, d'ailleurs, pas leur substratum. Le Jurassique moyen paraît manquer partout et le Lias est immédiatement recouvert soit par le Jurassique supérieur, soit par les calcaires noduleux rouges, très marneux, très fossilifères, de l'Oxfordien, soit par le Tithonique, représenté par des calcaires coralligènes ou par des brèches, mais formant toujours un revêtement transgressif, qui peut lui-même manquer, le Néocomien venant alors s'appliquer directement sur le Lias. Ces lacunes et ces transgressions indiquent des mouvements orogéniques pendant la période jurassique, dont on retrouve la trace en Algérie, en Italie, dans quelques points des Alpes et dans le Caucase. L'analogie des sédiments jurassiques avec ceux de l'Algérie, de la Sicile, de l'Apennin, de la Vénétie est frappante.

L'intérêt agricole et industriel des calcaires du Lias est considérable. Des sources vives et abondantes, les meilleures de tout le Nord-Est de la Régence, y prennent naissance. Celles du Zaghouan et du djebel Djoukar sont captées et furent amenées à Carthage par les Romains au moyen d'un aqueduc dont on admire encore les ruines, mais dont le radier est en grande partie utilisé par la conduite qui aujourd'hui amène les mêmes eaux à Tunis. Il est certain qu'une très faible partie des sources qui jaillissent des calcaires liasiques est actuellement utilisée et que leurs eaux sont appelées à répandre la fertilité et la vie dans tous les districts avoisinants; une étude géologique détaillée des dômes liasiques fournirait des renseignements précieux sur les chances d'augmenter le débit de toutes ces sources.

Les calcaires du Lias sont traversés de nombreuses fractures qui, en beaucoup de points, sont minéralisées. Les filons de plomb et de zinc du djebel Resâs, les riches gisements de calamine du Zaghouan se trouvent dans le Lias. Ces derniers sont en pleine exploitation.

§ 2. — Terrains crétacés.

Les terrains crétacés occupent une très grande partie du sol tunisien. Les termes inférieurs de la série forment le revêtement des dômes jurassiques ou constituent eux-mêmes des dômes autour desquels les termes plus récents affleurent en auréoles concentriques. Dans le Sud, les couches du Crétacé supérieur sont disposées en chaînons anticlinaux qui ne laissent affleurer le Crétacé inférieur que sur de faibles surfaces.

Les terrains crétacés, et surtout le Crétacé moyen et le Crétacé supérieur, sont très peu fossilifères au nord d'une ligne correspondant à peu près à la latitude de Kairouan, tandis que, au sud de cette ligne, les mêmes terrains ont fourni une faune extrêmement riche, qui a déjà fait l'objet de belles monographies, dues à MM. Gauthier, Péron, Ph. Thomas. De plus, tandis que dans le Nord les différents termes du Crétacé sont au complet et qu'ils sont reliés les uns aux autres par des passages insensibles, dans le Centre et dans le Sud la succession présente des lacunes: le Néocomien y est inconnu, et la série crétacée commence par l'Aptien ou même, dans l'extrême Sud, par le Cénomanien, et le Sénonien repose souvent en discordance angulaire sur le Cénomanien. Ces lacunes et le caractère gréseux de l'Aptien et du Cénomanien du Sud indiquent tantôt le voisinage d'une côte, tantôt des mers très peu profondes, tandis que la continuité des dépôts dans le Nord et leur caractère vaseux attestent un plus grand éloignement des côtes et des mers, dont le fond s'affaissait au fur et à mesure que les sédiments se déposaient. Dans le Nord, depuis le Néocomien jusqu'au Cénomanien, les fossiles sont presque exclusivement des Céphalopodes; dans le Sénonien ce sont surtout des Inocérames et des Echinides (*Stenonia tuberculata*, *Cardiaster italicus*), identiques à ceux de la Scaglia italienne. Dans le Sud et dans le Centre, ce sont les Huîtres et des

Jurassique. Crétacé inférieur. Crétacé moyen et supérieur.
Eocène inférieur. Eocène supérieur. Terrains néogènes (Miocène et Pliocène) marins.
Terrains néogènes (Miocène et Pliocène) continentaux. Quaternaire

genres d'Oursins tout différents qui prédominent.

Dans le Sud, en raison du climat, les sols formés par les différents termes du Crétacé sont presque toujours stériles; dans le Centre et le Nord, ils ne sont guère plus favorables aux cultures. Les marnes du Néocomien, avec leurs intercalations de bancs de grès, sont recouvertes de broussailles et ne donnent naissance à aucune source; l'Albien et le Cénomanien sont tout aussi peu fertiles, et les eaux auxquelles ils donnent naissance sont peu abondantes et de médiocre qualité. Si le sol sénonien est peu fertile, il fournit, par contre, presque partout des eaux abondantes et de bonne qualité.

Les marnes barrémiennes à *Macroscaphites Iwani*, que l'on peut distinguer, dans les environs de Tunis, au-dessus du Néocomien, sont exploitées, à Hammam-Lif et à Bordj-Cedria, pour la fabrication de la chaux hydraulique. Les calcaires du Sénonien sont exploités comme pierre de construction autour de Tunis. Dans les environs de Teboursouk, de Béja et de Souk-el-Kemis, ils sont traversés par des filons de calamine exploités avec succès. Tant au point de vue hydrologique qu'au point de vue minier, les calcaires sénoniens jouent donc le même rôle que les calcaires du Lias.

III. — Les Terrains éocènes et les Phosphates.

Le groupe éocène est représenté en Tunisie par son terme inférieur, que les géologues algériens désignent habituellement sous le nom d'étage suessonien, et par son terme supérieur, le Priabonien de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent; le terme moyen, ou Parisien, est entièrement absent. Dans le Sud l'Éocène inférieur paraît seul représenté.

Un intérêt tout particulier s'attache à l'Éocène inférieur, qui contient les grands gisements de phosphates tunisiens.

On peut reconnaître dans le Suessonien du Nord de la Régence deux sous-étages, dont l'inférieur, constitué par des marnes, des grès phosphatés et une puissante série calcaire, supporte en discordance le supérieur, comprenant des marnes brunes avec rognons de calcaires jaunes et des grès fins. L'*Ostrea Bogharensis* se trouve à tous les niveaux de l'Éocène inférieur; dans les calcaires, on rencontre en très grande abondance des Nummulites de grande taille, appartenant à plusieurs variétés de la *Nummulites Gizehensis*, espèce qui forme également de grandes accumulations en Égypte.

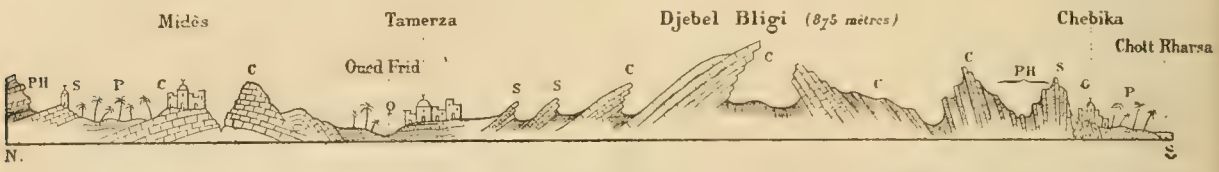


Fig. 2. — *Coupe transversale de la chaîne occidentale de Gafsa, près de la frontière algérienne, montrant la position stratigraphique des gisements de phosphate (d'après Ph. Thomas).* — C. Terrains crétacés supérieurs. — S. Suessonien (Eocène inférieur). — Ph. Niveaux de phosphate. — G. Gypses éocènes. — P. Pliocène. — Q. Alluvions quaternaires.

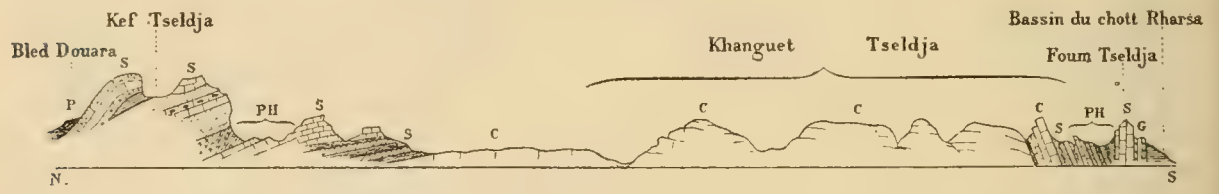


Fig. 3. — *Coupe transversale du djebel Tseldja (d'après Ph. Thomas).* — C. Terrains crétacés supérieurs. — S. Suessonien (Eocène inférieur). — Ph. Niveaux de phosphate. — G. Gypses éocènes. — P. Pliocène.

Les phosphates se présentent dans une roche brune ou verdâtre très friable et de teneur très variable. La richesse est très faible dans le Nord : elle varie entre 2 °/₀ et 15 à 16 °/₀ de phosphate; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on trouve des teneurs plus élevées, 30 à 50 °/₀, au Kalaa-es-Senam, par exemple. L'épaisseur des couches à phosphate est non moins variable : elle est nulle en certains points, atteint 5 à 6 mètres au Kef et même 10 mètres au Kalaa-es-Senam.

Le Suessonien occupe de grandes surfaces sur la rive gauche de la Medjerdah, aux environs de Béja; mais, dans cette région, le phosphate mérite aussi peu d'être exploité que dans le Nord de l'Algérie. Entre la Medjerdah, au nord, et une ligne allant de Tébessa à Kairouan, au sud, le Suessonien forme de nombreuses cuvettes synclinales correspondant à des plateaux élevés, le plus souvent entièrement isolés et à contours plus ou moins elliptiques. Ces plateaux sont autant de tables de calcaires nummulitiques, limitées par des parois verticales et reposant sur un soubassement de couches phosphatées. Les conditions de gisement et l'aspect orographique du Dyr el Kef, du djebel Gorrah, de la Kalaa-es-Senam, ou Guelaat-es-Senam, de la Kalaa-el-Djerda, sont donc identiques à ceux du Dyr de Tébessa. Par contre, les gisements du Nasser-

Allah, au sud-ouest de Kairouan, se trouvent dans un chaînon allongé du nord au sud. Les affleurements se présentent suivant deux lignes de crêtes parallèles sur une longueur de près de 30 kilomètres.

Après une longue interruption, l'Éocène inférieur reparaît dans le Sud, aux environs de Gafsa. Il y débute toujours par un dépôt de puissance variable d'argiles à gypse et sel gemme qui repose transgressivement sur les différents termes du Crétacé. Après quelques bancs de calcaires marneux fossilifères, viennent les marnes et les calcaires phosphatés et la série se termine par des calcaires plus ou moins siliceux à lumachelles d'*Ostrea multicostata*, remplaçant les puissants calcaires à Nummulites du Nord.

C'est en 1885 que M. Philippe Thomas, vétérinaire principal de l'Armée, membre de la mission Cosson, fit la découverte des gisements de phosphate des environs de Gafsa, découverte dont l'importance économique est immense, et qui, en même temps qu'elle fait le plus grand honneur à l'auteur, démontre une fois de plus la grande utilité pratique des explorations géologiques.

L'Éocène inférieur se rencontre sur les deux flancs d'un chaînon anticlinal dirigé de l'est à l'ouest, et allant de Gafsa à Tamerza, comme le montrent les coupes ci-contre (fig. 2 et 3), que nous empruntons à une note de M. Thomas.

La puissance du niveau phosphaté oscille entre 50 et 100 mètres; elle va généralement en s'atrophiant de l'ouest vers l'est, atteignant son maximum de développement vers le centre de la chaîne. La bande méridionale est la plus importante : elle affleure sur 60 kilomètres de longueur; la bande septentrionale est beaucoup plus disloquée. Au Kanguet-Seldja, on trouve sept couches de phosphate formant une épaisseur totale de 10 mètres. Les marnes qui séparent les bancs de calcaire phosphaté contiennent des dents de squales et des coprolithes.

La teneur moyenne, résultant d'un grand nombre d'analyses, est de 50 à 60 °/₀ pour le phosphate brut; après lavage, la teneur serait supérieure à 60 °/₀.

Le cubage du minerai disponible et exploitable *à ciel ouvert* est de 5 millions de tonnes de minerai riche dans la seule partie sud des affleurements, et sans tenir compte des marnes phosphatées et des couches de teneur inférieure à 52 °/₀. La totalité du gisement paraît dépasser 30 millions de tonnes [1].

On rencontre encore le Suessonien avec phosphates à Midès, au nord de Tamerza, et sur le pourtour du dôme sénonien du djebel M'sila, puis dans le djebel Jellabia, au sud-ouest de Gafsa.

Au djebel Maktarai et au Bir M'Rabot, à l'est d'El Guettar, on ne trouve plus que les termes inférieurs du Suessonien; les phosphates ont été enlevés par l'érosion.

L'Éocène supérieur est transgressif sur l'Éocène inférieur, dont il est séparé par une lacune correspondant à l'Éocène moyen. Il s'étend vers le nord-est dans des régions où l'Éocène inférieur fait défaut et où il repose alors en discordance, soit sur le Sénonien, soit sur le Cénomanien, soit même sur le Néocomien ou le Jurassique, comme, par exemple, au Zaghouan. Il est constitué lui-même par deux sous-étages distincts, auxquels M. Ficheur a donné en Algérie les noms de Medjanien et de Numidien. Le Medjanien est constitué, comme en Algérie, par des marnes à fucoïdes, passant ordinairement à des grès à la partie supérieure. Le Numidien comprend une importante formation de grès siliceux blancs, friables, bien stratifiés, connus sous les noms de grès de Khroumirie, de grès de Numidie, et qui se retrouvent avec une remarquable constance sur tout le littoral algérien et tunisien. Dans le Centre, le Numidien repose immédiatement sur l'Éocène inférieur et contient des intercalations de calcaires très fossilifères, qui ne laissent aucun doute sur l'âge éocène de ces formations.

Les différents termes de la série éocène jouent un rôle très important au point de vue agricole et forestier et au point de vue de la distribution des eaux, au moins dans le Nord et dans le Centre.

Les calcaires de l'Éocène inférieur donnent naissance à des eaux assez abondantes, quoique d'un débit irrégulier et de mauvaise qualité.

La relation constante du terrain suessonien avec les régions riches en céréales avait déjà frappé Tissot, dans ses explorations de la province de Constantine, et il en avait conclu, bien avant la découverte des riches gisements de Tébessa et de la Tunisie, que le phosphate de chaux devait exister dans l'Éocène inférieur. « Nous savons donc aujourd'hui, dit M. Ph. Thomas, quel fut l'élément actif de cette fécondité si remarquable qui valut à la province romaine d'Afrique le qualificatif de « grenier de Rome ». C'est précisément la région centrale des hauts plateaux qu'arrosent l'oued Mellègue, l'oued Siliana et leurs affluents, qui possède les lambeaux les plus étendus de Suessonien avec affleurements de la couche à phosphate; c'est dans les plaines de cette région que sont accumulées les alluvions résultant du démantèlement de ces mêmes formations, et c'est cette région qui est, par excellence, encore aujourd'hui, la région agricole de la Tunisie.

Par contre, la Khroumirie, dans laquelle les grès

[1] Ces données sont empruntées à l'ouvrage : *La Tunisie, Agriculture, Industrie, Commerce*, t. I, p. 456.

de l'Éocène supérieur occupent une grande partie du territoire, est, de même que la partie voisine de l'Algérie, qui s'étend le long du littoral jusqu'à Bône, une région forestière, la région des chênes-lièges.

Ajoutons que c'est dans les grès de l'Éocène supérieur que se trouvent les grands gisements de minerais de fer de la région de Tabarka, concédés, mais encore non exploités.

IV. — Les phases récentes de l'évolution géologique.

§ 1. — Terrains tertiaires.

A l'Éocène supérieur fait suite, en Tunisie, une phase d'émersion correspondant à toute la *période aquitanienne*. Des plissements ont affecté le pays et ont déterminé la formation de reliefs, auxquels s'est attaquée immédiatement l'action érosive des agents atmosphériques. Les dépressions se sont bientôt trouvées comblées par des formations détritiques, telles que poudingues, sables, argiles rouges, dont les éléments sont empruntés aux dépôts secondaires et à l'Éocène. Ces formations sont attribuées par M. Aubert au Pliocène, mais M. Ficheur pense qu'elles représentent l'*Aquitanien*, c'est-à-dire l'Oligocène supérieur. Dans ce cas, elles offriraient les plus grandes analogies avec les couches aquitaniennes du bassin du Rhône. Les poudingues et les sables de cette série sont souvent recouverts de bois de Conifères, les parties argileuses peuvent fournir un sol arable.

Avec le début du *Miocène*, la mer reprend partiellement possession du pays, mais il est difficile d'établir ses limites, car l'érosion a détruit une partie des dépôts miocènes, tandis que d'autres sont recouverts par les dépôts pléistocènes. Les affleurements actuels s'étendent dans les plaines situées entre Tunis et Bizerte ; on en rencontre au nord et à l'ouest de Kairouan, et ils constituent une grande partie de la presqu'île du cap Bon. Il est probable que, dans ces affleurements, sont représentés les trois étages que l'on a distingués dans le Miocène d'Algérie : le Cartennien, l'Helvétien et le Sahélien.

L'étage inférieur, généralement gréseux, fournit un sol non cultivable ; les étages supérieurs sont plus argileux et donnent lieu à des terres fertiles, quoique un peu fortes. Ni l'Aquitanien, ni les différents termes du Miocène ne donnent naissance à des sources importantes.

Le *Pliocène* possède une étendue encore bien moindre que celle du Miocène ; il n'existe que sur le littoral, entre Bizerte et Sousse, et ne couvre de surfaces tant soit peu considérables que dans la presqu'île du cap Bon, où ses sables constituent un sol excellent pour la culture de l'olivier.

§ 2. — Formation de l'Atlas.

A l'époque où se déposaient les terrains pliocènes marins, la chaîne de l'Atlas était déjà entièrement soulevée. Plus que toute autre, cette chaîne doit sa formation à une œuvre de longue durée. Nous avons vu que, pendant toute la durée des temps secondaires, la sédimentation était très fréquemment interrompue, en divers points de la Tunisie, par des exondations partielles, indiquant des mouvements du sol assez importants. Les retours de la mer (les transgressions oxfordienne, portlandienne ou tithonique, cénomanienne, suessonienne, priabonienne, miocène) ne sont pas localisés à la région : ils se produisent aux mêmes époques, non seulement en Algérie, mais encore en Andalousie, dans l'Apennin, dans une partie des Alpes et jusque dans le Caucase, indiquant bien l'unité des chaînes circumméditerranéennes. Les plissements de l'Atlas résultent de la superposition de tous les mouvements attestés par les lacunes et par les transgressions, mais ce sont les derniers plissements, les plus énergiques, ceux de la période tertiaire, qui ont imposé à l'Atlas son orographie. On ne pourrait affirmer que ces mouvements se soient produits toujours aux mêmes endroits et suivant les mêmes directions. Ainsi, la distribution des faciès est régie en Tunisie par des lignes est-ouest, parallèles, par conséquent, au littoral algérien, tandis que les directions des plissements principaux sont tout différentes. Un coup d'œil sur la carte géologique montre que les plis de l'Atlas saharien, qui pénètrent en Tunisie avec une direction sud-ouest-nord-est, conservent, les plus septentrionaux, cette direction jusqu'à la mer, tandis que ceux de la Tunisie centrale s'infléchissent bientôt vers le nord. Seuls les plis de la Tunisie méridionale, dans la région au nord des Chotts, sont orientés ouest-est, mais, avant d'arriver à la grande plaine de Sfax, ils tournent brusquement au nord [1]. Il est probable que, dans bien des cas, les particularités que l'on observe sur le pourtour des dômes et l'existence même de ces accidents sont dues au croisement des plissements de la fin du Tertiaire avec des plissements plus anciens.

[1] Cette inflexion vers le nord de tous les plis du nord-est de la Tunisie est tout à fait contraire à l'hypothèse d'après laquelle la continuation des plis de l'Atlas devrait être cherchée en Sicile. Si on prolonge par la pensée les plis de la Tunisie vers le N. N. E., on constate qu'ils passeraient sous la mer Tyrrhénienne pour venir rejoindre, à l'est de Rome, l'Apennin central. La structure de cette dernière chaîne, et en particulier celle de l'Apennin transtévérin, présente les plus parfaites analogies avec celle de l'Atlas tunisien. Ce sont les mêmes terrains, les mêmes lacunes, les mêmes discordances, les mêmes types de dislocations qui se retrouvent dans les deux régions. C'est en vain que l'on chercherait de pareilles analogies entre la Tunisie et la Sicile.

§ 3. — **Actions éruptives.**

La période de formation de l'Atlas, dans laquelle les mouvements tangentiels atteignirent leur maximum d'intensité, fut suivie d'une période d'effondrement, marquée par la prédominance des mouvements verticaux. Le massif ancien de la côte algérienne, contre lequel s'étaient butés les efforts de compression latérale, s'abîma dans la Méditerranée, ne laissant plus subsister en Algérie que quelques lambeaux de schistes cristallins, tandis qu'en Tunisie les restes de cette chaîne littorale ont entièrement disparu.

Les lignes suivant lesquelles se fit l'effondrement sont jalonnées par des roches éruptives, témoins d'une activité volcanique manifeste. En Algérie, ces roches sont très répandues : l'île de la Gallite, au large de la Khroumirie, en est entièrement composée; mais, dans la Tunisie même, elles ne jouent qu'un rôle tout à fait insignifiant. On n'a signalé que deux pointements de rhyolithes dans l'Eocène de la Khroumirie, non loin des gisements de fer du Nefzas, et quelques dolérites. C'est avec ces dernières que beaucoup d'auteurs mettent en relation la présence de gypses probablement épigéniques, qui forment des amas considérables dans le Nord-Ouest de la Régence. Beaucoup de gypses sont toutefois interstratifiés dans les terrains crétacés et tertiaires, et il est possible qu'une partie d'entre eux, notamment ceux du Sud, soient d'origine lagunaire.

§ 4. — **Epoque pléistocène.**

La dernière phase de plissement de l'Atlas, dans laquelle s'acheva l'édification de la région, fut suivie d'une phase de destruction par les agents atmosphériques. A cette époque, dont les débuts remontent certainement à la fin du Pliocène, régnait en Afrique un climat incomparablement plus humide qu'à l'époque actuelle; des précipitations intenses déterminaient un ravinement énergique des montagnes et facilitaient le transport et la dispersion des éléments détritiques. C'est de cette époque que datent la plupart des cailloutis anguleux, des poudingues, des sables et des limons qui forment sur les pentes les dépôts connus sous le nom d'atterrissements anciens; c'est aussi à cette époque qu'il faut attribuer les grandes masses d'alluvions qui forment le sol fertile de la plupart des plaines. A cette période humide succéda, d'après M. Pomel, une phase d'extrême sécheresse, pendant laquelle toute la surface des dépôts alluvionnaires se recouvrit d'une croûte travertineuse, résultant d'une sorte d'incrustation superficielle par suite de l'évaporation des eaux d'infiltration, qui remontent par capillarité. Cette croûte travertineuse forme une véritable carapace d'une épaisseur pouvant aller jusqu'à quelques mètres et qui s'oppose à toute culture si on ne prend soin de l'enlever préalablement.

L'ancienneté de cette carapace, qui localement se forme encore de nos jours, peut être établie grâce à un phénomène qui se produisit sur tout le littoral barbaresque, depuis le golfe de Gabès jusqu'à Tanger : un affaissement du sol vint immerger une bande littorale de largeur variable, de sorte que sur la carapace calcaire se déposèrent des sédiments bien stratifiés, vases, sables et galets, contenant de grandes accumulations de coquilles appartenant non seulement à des espèces actuelles, mais encore à un certain nombre de formes qui ne vivent plus aujourd'hui dans la Méditerranée, telles que le *Strombus mediterraneus*, et des espèces des genres *Tugonia*, *Conus*, *Nassa*, etc. Ces anciennes plages ont été soulevées ultérieurement en certains points à plus de 30 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. Un climat humide s'établit de nouveau dans la région, en même temps que l'abaissement du niveau de base réveilla l'activité des cours d'eau, et inaugura une nouvelle période de ravinement et d'alluvionnement pendant laquelle les lacs du Sud de la Régence eurent une salure moindre et une profondeur plus considérable qu'actuellement.

Enfin, vint une nouvelle phase de sécheresse relative, qui dure encore actuellement, et « pendant laquelle l'alimentation des bassins lacustres n'a pu compenser leur évaporation, de sorte que les eaux, de plus en plus condensées, n'ont pas pu conserver leur faune de mélanies, de mélanopsides et de *Cardium*, et, se desséchant plus ou moins complètement, se sont transformées en chotts ou sebkas [1] ».

Les grandes plaines quaternaires de la Tunisie sont le plus souvent à l'état de steppes. Cependant certains atterrissements de la région littorale conviennent fort bien à la culture de l'olivier. Les limons des vallées sont très fertiles lorsqu'ils ne sont pas imprégnés de gypse.

Le Quaternaire ancien contient, dans le Sud, de grandes nappes artésiennes. Les alluvions récentes des grandes vallées renferment des nappes d'eau superficielles de qualité souvent très bonne.

V. — Conclusions.

L'étude géologique de la Tunisie permet donc de distinguer dans le pays plusieurs régions naturelles, caractérisées chacune par un relief spécial dû à la prédominance de certains terrains et à la tectonique; chacune de ces régions possède son régime hydrographique souterrain propre, à peu près indépendant du climat; chacune a ses produits, minéraux ou agricoles.

[1] A. Pomel. Sur certaines des dernières phases géolo-

Au nord de la Medjerda s'étend une région à laquelle on peut donner, par extension, le nom de *Khroumirie;* elle est caractérisée par la prédominance des grès éocènes; c'est un pays de forêts. On peut mettre à part la grande *plaine tertiaire* et *quaternaire* située à l'est de Bizerte et de Mateur: c'est essentiellement un pays agricole.

La *région centrale de la Tunisie* forme un grand quadrilatère, à l'angle nord-est duquel se trouve Tunis; elle possède un relief extrêmement complexe, dans lequel le trait dominant est fourni par les dômes jurassiques et crétacés et par les hamâdas éocènes. L'irrigation peut y être assurée par les eaux venant du Jurassique et du Sénonien; les plaines quaternaires sont formées d'un sol jadis fertile, mais auquel des siècles de culture ont enlevé le phosphate, que l'exploitation des gisements éocènes voisins pourrait leur restituer. La Tunisie centrale fut, à l'époque romaine, la partie du pays la plus peuplée et la plus cultivée, c'est aussi vers la Tunisie centrale que se portera de préférence la colonisation française; conformément à la structure géologique si variée, les cultures et les industries les plus diverses pourront s'y introduire.

La *région du Sud* est caractérisée par la direction ouest-est des chaînons, par de grandes lacunes dans la série des terrains et par la présence des chotts. Les riches gisements de phosphate et les eaux souterraines qui arrosent de nombreuses oasis réservent à cette partie du pays un avenir prospère.

On ne peut pas en dire autant de l'*Extrême Sud*, région que n'ont plus affectée les plissements de l'Atlas, d'où résulte un régime de plateaux d'une grande monotonie.

Enfin, *les grandes plaines du littoral est*, qui s'étendent jusqu'aux escarpements abrupts du djebel Nasser-Allah, du djebel Bou-Daboux, du Djoukar, du Zaghouan, du Bou-Kournin, constituent une région dont la constitution géologique contraste fort avec celle des autres régions. Les terrains quaternaires prédominent et ce n'est que dans la presqu'île du cap Bon que les terrains tertiaires s'élèvent à une certaine altitude. C'est la région de l'olivier, mais c'est aussi celle des grandes plaines salées et incultes.

En résumé, il existe peu de pays dans lesquels les conditions économiques soient dans une aussi étroite dépendance de la constitution géologique.

La géologie de la Régence est connue dans ses grandes lignes, mais l'étude détaillée s'impose ici plus encore que dans les pays où la culture et l'industrie ont derrière elles des siècles de tradition. Qu'il nous soit permis, en terminant, d'exprimer un vœu : celui de voir entreprendre dans un avenir prochain la carte géologique détaillée de la Tunisie et de voir créer bientôt un Service géologique de la Régence.

Emile Haug,
Docteur ès sciences,
Chef des Travaux pratiques de Géologie
à la Faculté des Sciences de Paris.

LES MINES ET LES CARRIÈRES DE LA TUNISIE DANS L'ANTIQUITÉ

Nous sommes assez mal renseignés sur l'exploitation des mines et des carrières de la Tunisie dans l'Antiquité. Les auteurs, et Pline lui-même, qui a beaucoup parlé des mines de l'Espagne, ne nous entretiennent guère de celles de l'Afrique que par hasard. Quant aux recherches archéologiques sur le terrain, elles ont été jusqu'ici infécondes, par cela même que l'industrie minière est encore peu développée dans la Régence : c'est seulement en reprenant les travaux anciens qu'on aura quelque chance de voir comment et jusqu'où ils ont été poussés. Voici le peu que l'on sait actuellement sur ce sujet.

§ 1. — Mines.

Les seuls minerais dont il soit question, aussi bien autrefois qu'aujourd'hui, sont ceux de plomb et ceux de zinc. On a constaté, d'après Tissot, qui ne cite pas ses sources, des traces d'exploitation à Djerad, à Sidi-Djedidi, et dans le Djebel-Zerissa sur la route de Carthage à Tébessa. Peyssonel raconte avoir vu, en 1724, entre Béja et le cap Negro — c'est, en effet, la région de la Tunisie la plus riche en mines — des mines de plomb argentifère, à l'entrée desquelles il a remarqué un bas-relief représentant un cheval, d'où il conclut qu'elles étaient connues jadis. A Djebba existe une mine de plomb, qu'on a tenté déjà plusieurs fois d'exploiter; je l'ai visitée; les traces de travaux romains sont évidentes, mais très confuses; on voit pourtant l'amorce de quelques galeries.

La mine antique la mieux étudiée est celle du Djebel-Ressas. Elle a donné lieu à des études techniques de la part d'un ingénieur de Florence. Depuis lors, M. le capitaine Vidal, chef d'une brigade topographique, a examiné, à son tour, le terrain, avec grand soin, et il a pu se rendre compte des méthodes employées par les Romains, et peut-être avant eux par les Carthaginois.

On retrouve, dit-il, les galeries des Romains

giques et climatériques du sol barbaresque. *C. R. Acad. Sc.* t. CIX, p 314-318.

dans le rocher vers 600 mètres d'altitude, au-dessus de la ruine actuelle; mais, sauf quelques puits verticaux d'assez grande dimension, leurs travaux paraissent avoir été faits à peu près à ciel ouvert, et l'on peut juger, par le volume des roches entamées et par l'énorme quantité des scories répandues dans la plaine — on en a recueilli 65.700 tonnes — de l'importance de cette exploitation. Cependant il n'existe aucun chemin d'accès, sauf un sentier raide et étroit, impraticable aux bêtes de somme et qui permet à peine le transport du minerai à dos d'homme. Il est donc probable qu'après avoir détaché la roche, on la faisait rouler sur les pentes très abruptes du flanc nord-ouest de la montagne; elle se désagrégeait ainsi dans sa chute et était recueillie 500 mètres plus bas à l'état de fragments. Là, on achevait de la broyer ou de la diviser pour dégager le minerai de plomb de la roche calcaire et de la calamine. Enfin, on transportait le minerai sur les points où il devait être traité. Ce traitement, des plus simples, consistait à réduire le minerai suivant la méthode catalane, en le mettant dans des fourneaux improvisés en présence du charbon de bois, que l'on tirait sur place des forêts du pays. Un tel procédé obligeait à disperser sur une grande étendue les points de traitement du minerai, ce qui explique les amas de scories que l'on a rencontrées sur un grand nombre des points de la forêt de Mornak. Il ne donnait, en outre, qu'un rendement assez faible, puisque les scories romaines ont fourni à l'analyse plus de 30 °/₀ de plomb. C'est cette richesse qui avait engagé la Société actuellement concessionnaire des mines à ajourner l'extraction du minerai pour s'occuper tout d'abord du traitement des scories.

§ 2. — Carrières.

On constate un peu partout la présence de calcaires; et il n'est pas de ruine un peu étendue près de laquelle on ne trouve une carrière autrefois exploitée pour la construction des édifices de la ville. Quant au marbre, il est plus rare. La carrière la plus belle, la seule vraiment remarquable, semble-t-il, la seule, en tout cas, dont nous connaissions l'histoire et le mode d'exploitation, est la carrière de marbre jaune et rose de Chemtou (jadis *Simittus*), ou, pour l'appeler par son nom ancien, de *marbre numidique*. Elle appartenait d'abord aux rois de Numidie; à la suite de la conquête, elle devint la propriété de l'État Romain et, à l'époque impériale, de l'Empereur, duquel dépendaient presque toutes les mines et carrières du monde. Cent ans avant J.-C., on importait déjà à Rome le marbre de Chemtou; aussi bien toutes les reconstructions qui marquèrent l'âge de Sylla et de César nécessitaient l'emploi de marbres précieux : le marbre numidique y avait sa place toute marquée à côté de ceux de la Grèce. Mais c'est surtout au IIe et au IIIe siècle de notre ère qu'on en fit usage, à l'époque de l'empereur Hadrien et de ses successeurs. On en a recueilli partout : à Rome, au bord du Tibre, dans les vases du port de déchargement, sous forme de gros blocs à peine équarris; dans les décombres des monuments, sous forme de dalles ou de plaques de revêtement pour les murs; dans les villas de Tivoli et d'Antium, à Sainte-Sophie de Constantinople, sous forme de colonnes; enfin, il n'est pas de ville africaine importante où des fouilles ne nous en réservent quelques spécimens.

On se rend très bien compte, en parcourant les carrières de Chemtou et les ruines qui les environnent, des méthodes employées par les ingénieurs romains. Tantôt, ils creusaient de grandes galeries dans le flanc de la montagne et poussaient devant eux ces galeries tant qu'ils trouvaient matière à un travail rémunérateur. Plusieurs d'entre elles existent encore, notamment au centre de la carrière, devant la maison du directeur actuel de l'exploitation; tantôt ils ouvraient de vastes tranchées à ciel ouvert dans la colline. Il en reste aujourd'hui pour témoignage une immense fosse aux parois verticales, voisines des galeries dont je viens de parler. On y débitait le marbre en gros blocs rectangulaires; plusieurs ont été abandonnés à pied d'œuvre, dans l'état où ils sont sortis de la carrière il y a quinze siècles. Quant aux colonnes, on les travaillait à même le rocher; on leur donnait sur place, en les taillant, le diamètre et la courbe voulus, sauf sur une petite épaisseur par laquelle elles restaient adhérentes à la montagne jusqu'au moment où on les en détachait avec des coins, pour les descendre à terre. Un certain nombre d'entre elles ont été aussi retrouvées dans les déblais. Blocs et colonnes recevaient, sur le chantier, des inscriptions, relatant le nom de l'empereur sous lequel ils avaient été débités, un numéro d'extraction, la date de l'année indiquée par le nom des consuls en charge au 1er janvier, le nom de l'atelier d'où ils provenaient et du chef des travaux. En voici un exemple :

IMP ANTONINI AVG PII D
N LXVII OF CERTI
STLOGA ET SEVERO COS
SVB CVRA AGATHAE LIB

« *Appartenant à l'empereur Antonin Auguste Pieux, notre maître : numéro 67; atelier (officina) de Certus; sous le Consulat de Stloga et de Severus; sous la surveillance de l'affranchi Agathas* ».

La comparaison des différents documents de cette sorte nous a amené à quelques conclusions inté-

ressantes, surtout pour l'administration de la carrière. Le directeur de l'exploitation était un affranchi de l'empereur, qui portait le titre de *procurateur* : il avait sous ses ordres un certain nombre d'affranchis ou d'esclaves impériaux, parmi lesquels on recrutait les chefs de chantiers, les contremaîtres, les conducteurs de travaux, en un mot tous ceux qui avaient besoin de connaissances spéciales. La besogne même de l'extraction était confiée soit à des ouvriers libres embauchés sur place, soit à des condamnés; on sait que les chrétiens, spécialement en Numidie, furent aussi employés, à titre de châtiment, au travail des mines.

Bien que la Medjerdah passe précisément à Chemtou, il ne semble pas qu'on s'en soit servi pour le transport des marbres à la côte : son cours est trop irrégulier pour offrir une voie commerciale utilisable. Mais deux routes permettaient d'expédier en Italie le produit de l'exploitation. L'une a existé de bonne heure : c'est celle qui, comme le chemin de fer actuel, suivait la vallée du fleuve : elle aboutissait à Carthage. Au début du IIe siècle qui, je l'ai dit, marqua la grande prospérité de la carrière, on trouva cette route trop longue, et l'on préféra gagner le port plus voisin de Tabarca. Mais, pour y arriver, il fallait franchir les hauteurs, très difficiles d'accès, du pays khroumir. L'empereur Hadrien ne se laissa pas arrêter par cette considération : il joignit, par une voie carrossable, Simittus et Tabarca.

Grâce à cette viabilité, les blocs extraits à Chemtou étaient envoyés aisément dans toutes les parties du monde. Les déchets, par contre, étaient vendus ou utilisés sur place. La ville, qui est née autour de la carrière et qui était considérable, est entièrement bâtie de petits morceaux de marbre noyés dans du ciment; on n'y a employé la pierre de taille que par exception.

Avec les restes encore visibles de son exploitation antique, avec les inscriptions qui éclairent son histoire, qui nous font connaître le personnel d'affranchis et d'esclaves employés à l'extraction du marbre, qui nous permettent de pénétrer dans le détail de son administration, la carrière, si célèbre jadis, de Simittus est une curiosité tunisienne; c'est mieux encore : on peut la regarder comme le type d'une carrière romaine à l'époque impériale.

R. Cagnat,
Professeur au Collège de France,
Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

ÉTAT ACTUEL DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DES CARRIÈRES EN TUNISIE

La législation qui régit actuellement l'industrie extractive en Tunisie est des plus sommaires : elle se borne, en effet, à un décret unique, celui du 10 mai 1893, qui n'est guère qu'un règlement sur les travaux de recherches de mines. Cependant les quatre premiers articles de ce décret, inspirés des traditions de la législation musulmane et des errements constamment suivis par le Gouvernement beylical, posent le principe de la domanialité des mines et établissent nettement la distinction entre les mines et les carrières [1].

Ce décret peut suffire encore quelque temps aux besoins de la Tunisie, mais il sera forcément complété un jour par une législation sur les concessions, sur la police des mines, sur la sécurité des

[1] Ils méritent d'être transcrits ici, en raison de leur importance.

« *Article* 1er. — Les mines étant propriétés domaniales, nul ne pourra faire des recherches de mines sans « autorisation du Gouvernement tunisien donnée par arrêté « de notre Directeur général des travaux publics.

« Cette interdiction ne porte aucune atteinte au droit de « tout propriétaire de pratiquer des fouilles ou sondages « sur son propre terrain. Mais ces travaux ne pourront être « considérés comme ayant pour objet des recherches de « mines qu'autant que celui qui les effectue sera muni de « l'autorisation administrative.

« *Art.* 2. — Sont considérés comme mines :

« § 1er. — *Les gîtes de* :

« 1° Houilles, lignites et tous autres combustibles fossiles « (la tourbe exceptée), graphite, bitume, pétrole et autres « huiles minérales;

« 2° les substances métallifères, telles que : minerais d'or, « argent, platine, mercure, plomb, fer, cuivre, étain, zinc, « bismuth, cobalt, nickel, manganèse, titane, antimoine, « molybdène, tungstène, chrome;

« 3° Soufre et arsenic, soit seuls, soit combinés avec les « métaux alcalins, et sels solubles à base de métaux indiqués « au 2°;

« 4° Sels gemmes et autres sels associés dans le même « gisement.

« § 2. — *Les sources salées.*

« *Art.* 3. — Sont considérés comme carrières appartenant « aux propriétaires du sol les gîtes non classés comme « mines, tels que : ardoises, grès, marbres, granits, ba- « saltes, laves, les pierres à bâtir de toute nature, les « pierres à chaux, à plâtre, les pouzzolanes, sables, argiles, « pierres à fusil, kaolin, terre à foulon et à poteries, les « substances terreuses et cailloux de toute nature, les amen- « dements ou engrais.

« *Art.* 4. — En cas de contestation sur la classification « d'un gîte de substance minérale ou fossile, il est statué « par un décret de S. A. le Bey... »

La suite du décret fait connaître les règles de demande et d'établissement des permis de recherches, ainsi que les droits et les obligations des permissionnaires ; elle indique, en outre, les formes à suivre pour les occupations temporaires, tant pour les permis de recherches que pour les concessions et prévoit les pénalités applicables aux contrevenants.

ouvriers, etc., en un mot par l'ensemble des stipulations qui sont nécessaires pour constituer un code minier.

L'avenir est entièrement réservé à ce point de vue, puisque les principes posés par le décret de 1893, qui les a tirés lui-même de la loi musulmane, ne sont pas en opposition avec ceux de la loi française. Toutes les concessions accordées depuis l'établissement du Protectorat l'ont été suivant les errements de la loi française [1].

En ce qui concerne les carrières, il y a une certaine urgence, en raison du développement que prend tous les jours leur exploitation et du peu de garantie qu'offre en général leur direction technique, à combler la lacune que présente la législation beylicale à leur égard. Un décret sur cette matière a été préparé par la Direction générale des Travaux publics, d'après les indications de la loi française. Il soumet les carrières au régime de la déclaration, fixe les règles de leur exploitation et indique le service chargé de leur surveillance, ainsi que les conditions de cette surveillance; il édicte, enfin, la pénalité applicable aux contrevenants. Ce décret ne saurait tarder à être promulgué.

I. — Mines.

Le nombre des concessions de mines actuellement en vigueur dans la Régence s'élève à neuf seulement, dont sept accordées depuis l'établissement du Protectorat. Sur ces neuf mines, cinq seulement sont en exploitation : *ce sont toutes des mines de zinc.*

La seule concession nouvelle en instance est celle du djebel Bou-Jaber. Ce gisement, situé sur la frontière algérienne, à environ 30 kilomètres à l'est de la gare de Morsott, paraît devoir renfermer des quantités de calamine (hydrocarbonate de zinc) suffisantes pour permettre une bonne exploitation. Les transports devront se faire par l'Algérie ; les minerais seront dirigés sur Bône par la ligne de Tébessa. Les formalités de l'instance pourront être terminées au commencement de l'année prochaine.

Le petit nombre des exploitations minières de la Régence est dû, pour une faible part, à la difficulté des communications et à la cherté des transports qui, venant grever les minerais, matières lourdes, rend onéreuse leur sortie de la mine. Par l'effet du développement économique du pays et de l'accroissement des moyens de transport, cette cause perdra peu à peu son influence, mais les exploitants se heurteront toujours aux aléas que présentent les gisements de zinc, en raison de l'irrégularité de leurs amas et de l'absence de caractères géologiques qui permettent de les rechercher méthodiquement. Quant aux minerais de plomb que la Régence possède, il ne faut guère songer à en tirer parti, étant donnée la baisse de l'argent, lequel forme un appoint important dans l'exploitation du plomb. En résumé, les dépôts irréguliers de zinc, qui se sont concrétés dans les failles et les poches de la formation géologique du nord de la Régence, semblent, pour le moment, la seule richesse minière pratiquement exploitable dans cette région. L'activité des chercheurs à cet égard est loin, d'ailleurs, de se démentir et de se laisser facilement rebuter. Sous le régime du décret de 1893, plus de 200 demandes de permis de recherches ont été présentées; une quarantaine seulement avaient été assez sérieusement étudiées pour recevoir une suite favorable. Ces permis concernent à peu près exclusivement des minerais de plomb et de zinc.

§ 1. — Concession de Djebba.

Cette mine a été concédée, en 1873, à la *Société des Batignolles*, qui avait également le chemin de fer de la Medjerda et qui a cédé ses droits à la *Compagnie Bône-Guelma;* elle se trouve située à 24 kilomètres au sud-est de Souk-el-Kemis, station de la ligne précitée. Malgré cette condition avantageuse, le gisement n'a jamais été exploré, en raison, sans doute, des exigences du cahier des charges. Les progrès économiques du pays combinés avec une revision des clauses de ce cahier des charges permettraient vraisemblablement aujourd'hui la mise en valeur du gisement. L'administration poursuit actuellement l'étude de cette question et la mise en harmonie de cette concession avec celles qui ont été accordées depuis l'occupation.

La mine a été autrefois exploitée comme gîte de plomb; mais on y trouve aussi du carbonate de fer et de zinc. Un oued assez abondant pourrait fournir sur place la force motrice nécessaire.

§ 2. — Concession du Djebel-Reças.

Cette mine est située à environ 25 kilomètres au sud-est de Tunis.

La concession actuelle date de 1877; elle appartient à la *Società metallurgica italiana.* Le gisement renferme à la fois du plomb et du zinc; les premiers travaux avaient surtout pour objet le

[1] Les demandes de concession adressées au Directeur général des travaux publics sont l'objet d'une enquête administrative au Contrôle civil dans le ressort duquel est situé le gisement; un registre de réclamations y est ouvert pendant deux mois. Un rapport sur le gisement est dressé par l'ingénieur des mines; le dossier est ensuite envoyé à Paris et soumis à l'examen du Conseil général des Mines; la convention de concession est passée par le Directeur général des Travaux publics et approuvée par décret de S. A. le Bey.

plomb; postérieurement on exploita le zinc. Le concessionnaire fit de grandes dépenses pour les bâtiments de l'administration, la laverie, la fonderie, etc.; des capitaux importants furent absorbés, qu'il eût mieux valu employer en travaux de recherches, et, finalement, l'exploitation dut être suspendue en 1892. Elle n'a pas été reprise depuis. Quelques tentatives pour vendre la mine ont été faites sans succès par la Société concessionnaire. Il semble, cependant, qu'étant donnée la proximité du port de Tunis, il serait intéressant de rechercher, par des travaux neufs, si les gisements du Djebel-Reças ne renferment pas des amas encore inconnus, dont on pourrait tirer un parti avantageux. Les profits à espérer ont toutes chances d'être rémunérateurs, si, comme il y a lieu de s'y attendre, le tramway à voie d'un mètre, qui doit relier la plaine agricole du Mornag au port de Tunis était mis prochainement en exploitation, et si le concessionnaire de la mine établissait un embranchement particulier pour la joindre à la ligne principale.

§ 3. — **Concession du Mokta-el-Hadid.**

La Compagnie algérienne de Mokta-el-Hadid a obtenu en 1884 la concession de divers gisements ferrugineux, situés le long du littoral nord de la Tunisie, entre Tabarka et le cap Negro. Les premiers de ces gisements sont situés à 12 kilomètres, les derniers à une quarantaine de kilomètres de Tabarka. On peut admettre, d'après les premières études faites, que le groupe le plus voisin de Tabarka renferme près de 2 millions de tonnes de minerai à environ 50 °/₀ de fer, et que le groupe le plus éloigné en renferme à peu près autant. Cependant, et bien que l'affaire paraisse susceptible de donner des bénéfices, la Compagnie concessionnaire n'a fait jusqu'à ce jour aucune tentative d'exploitation. La cause générale de cette situation réside d'abord dans la teneur légèrement arsénicale du minerai, et surtout dans la baisse qu'a subie universellement le fer; les stipulations du cahier des charges, qui impose à la Compagnie concessionnaire, entre autres obligations, la construction d'un port à Tabarka et celle d'une ligne ferrée reliant les gisements à ce port, sont, d'ailleurs, une lourde charge pour l'entreprise. Une revision du cahier des charges, opérée d'un commun accord, pourrait, peut-être, remédier à une situation aussi préjudiciable à l'intérêt général. L'administration a engagé des pourparlers dans cet ordre d'idées.

§ 4. — **Concession du Comité d'études de Tabarka.**

Le *Comité d'études des mines de Tabarka* a obtenu également, en 1884, la concession de gisements de fer situés, comme le précédent, en Khroumirie, et se présentant dans des conditions analogues. Le cahier des charges stipule l'obligation de construire une ligne ferrée aboutissant au cap Serrat, et l'établissement, en ce point, d'un port d'embarquement.

La situation générale de cette concession est à peu près identique à celle de la concession du Mokta-el-Hadid, et il sera peut-être possible d'y remédier par les mêmes moyens.

La création du port de Bizerte, terminé en 1895, est venue, du reste, apporter à la question un élément nouveau, et des études sont faites en vue d'obtenir, en dirigeant les minerais vers ce port, une solution économique de la question, tout en dotant d'une voie ferrée une région forestière peu connue jusqu'à présent.

§ 5. — **Concession du Kanguet-et-Tout.**

Cette mine a été concédée à M. *Faure* par décret du 6 février 1889; elle est située à une trentaine de kilomètres au nord de Béja, sur la route qui reliera cette ville à Tabarka et qui est actuellement terminée entre Béja et la mine. Le périmètre de la concession embrasse 1.086 hectares.

Cette mine et toutes celles qui nous restent à examiner sont en pleine exploitation, dans les limites que permettent à la fois la cherté des transports, les difficultés de recrutement des ouvriers, et surtout la nature spéciale du minerai de zinc qui se présente par amas essentiellement irréguliers.

L'exploitation de Kanguet-et-Tout se fait à ciel ouvert ou en souterrain à l'aide de tranchées et de galeries. Les travaux souterrains présentent de grandes irrégularités, et, par suite, quelques difficultés, à raison des formes tourmentées des amas : leur profondeur ne dépasse pas 25 mètres.

Le nombre des ouvriers employés à l'intérieur est de cinquante environ.

Le minerai ne subit pas de préparation mécanique; il est trié à la main et classé en deux catégories : roches et terres calaminaires. La roche, après avoir été concassée, est seule calcinée dans des fours à cuve, analogues aux fours à chaux. Le combustible employé est le charbon de bois provenant des forêts de la région.

Les transports s'effectuent : à l'intérieur de la mine, à la brouette; à l'extérieur, du chantier aux fours, par un Decauville. A la sortie du four, la calamine calcinée est mise en sacs de 50 à 60 kilos et transportée à dos de chameaux, de mulets ou de bourricots, à la gare de Béja. Les transports bénéficient de tarifs spéciaux par voie ferrée entre ce point et le port de Tunis.

De la mine au chemin de fer, les transports devaient, jusqu'à ce jour, s'effectuer par temps sec. Ils sont maintenant possibles en tout temps, et la substitution du roulage au portage permettra de

Gravé par A. Simon, 12, rue Nicole, Paris

Fig. 1. — *Carte des exploitations minières et des carrières en Tunisie.*

réaliser une économie de 2 à 3 francs par tonne.

La production annuelle de la mine est de 3.000 à 4.000 tonnes de minerai d'excellente qualité, pouvant valoir 100 francs, en moyenne, sur le marché d'Anvers.

§ 6. — Concession de Sidi-Ahmet.

Cette concession a été accordée par décret du 27 août 1892 à la *Compagnie royale asturienne*. Le périmètre de la concession embrasse 1.455 hectares.

Le gisement est situé au nord de la montagne de Sidi-Ahmet, à environ 40 kilomètres de Béja ; il se compose de trois groupes distincts, dans lesquels les premières reconnaissances ont révélé au moins 35.000 tonnes de calamine de bonne qualité.

L'exploitation ne comporte aucune installation mécanique : le triage se fait à la main, sur le chantier. Deux fours de calcination ont été mis en marche en 1894.

Les transports se font dans la mine et jusqu'à la gare de Béja dans des conditions identiques à celles de la mine du Kanguet-et-Tout. Les bêtes de somme vont prochainement céder la place au roulage, grâce à l'ouverture de la route de Béja.

Des hangars sont installés à proximité de la gare de Béja et reliés à cette dernière par un embranchement particulier.

La mine occupe une soixantaine d'ouvriers, pour lesquels la Compagnie n'a pas hésité à faire construire des habitations en maçonnerie parfaitement confortables. Une source, qui donne une vingtaine de mètres cubes par jour, a été captée à près de deux kilomètres de la mine et fournit l'eau potable nécessaire à l'agglomération.

La production annuelle est d'environ 3.500 tonnes de minerai calciné valant à peu près 90 francs sur le marché d'Anvers.

§ 7. — Concession de Fedj-el-Adoum.

Cette concession, comportant une surface de 336 hectares, a été accordée à M. *Faure* par décret du 14 mai 1894. Elle est située à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest de Téboursouk, dans la partie la plus élevée du massif montagneux du Jouaouda; le point culminant est à la cote 907. Le gisement est réparti en trois groupes, dont un seul est exploité.

L'exploitation se fait à ciel ouvert par trois niveaux qui comportent d'assez importants travaux de découvertes. On a reconnu déjà l'existence d'au moins 50.000 tonnes de minerai. Le triage s'effectue à la main ; les fours de calcination sont au nombre de quatre ; ils sont chauffés au charbon de bois et à la houille.

Les transports se font, comme pour les autres exploitations que nous venons d'étudier, à la brouette et au Decauville dans la mine, par bêtes de somme jusqu'à la gare du Pont-de-Trajan, après mise en sacs de 50 kilogrammes. Une route a dû être établie par le concessionnaire entre la mine et Téboursouk.

La production, qui n'a pas encore atteint son régime normal, a été de 2.500 tonnes de minerai grillé en 1894 et de 1.500 tonnes seulement en 1895. Elle occupe 70 ouvriers.

§ 8. — Concession de Zaghouan.

Cette concession, accordée par décret du 13 décembre 1894, à la *Société anonyme des mines de Zaghouan*, comporte une étendue de 2.217 hectares. Elle est située à environ 60 kilomètres au sud de Tunis, à proximité du village de Zaghouan.

Deux gîtes principaux constituent la richesse de la mine : on y a reconnu déjà près de 40.000 tonnes de minerai, généralement à l'état de carbonate de zinc, d'une teneur moyenne d'environ 40 °/₀ de zinc. Le minerai silicaté s'y rencontre dans une proportion bien supérieure à celle des autres exploitations tunisiennes.

Les travaux ont consisté en : 1° une galerie à ciel ouvert dans le premier groupe, et 2° trois galeries souterraines reliées par deux puits dans le second groupe.

Les transports intérieurs sont assurés par un petit Decauville, à voie de $0^{m},50$, ayant un développement de 700 mètres environ. Le minerai est remonté des descenderies à l'aide de petits treuils à main, auxquels sont suspendus des couffins, sortes de paniers souples fabriqués par les indigènes. Il est ensuite transporté jusqu'au jour par le Decauville et descendu aux fours de calcination par câbles aériens.

Les fours de calcination et les habitations ouvrières sont reliés à la mine par des sentiers muletiers. Une voie charretière de 15 kilomètres de longueur part des fours de calcination pour rejoindre la route empierrée de Tunis à Zaghouan. Les transports peuvent ainsi se faire jusqu'au port par arabas, sortes de charrettes à deux grandes roues. La construction, qui sera très prochainement achevée, de la voie ferrée de Tunis à Zaghouan, permettra d'abaisser notablement le prix de revient de ces transports et fera gagner 5 à 6 francs par tonne.

Les installations mécaniques sont nulles; il existe trois fours de calcination à cuve et un four à réverbère pour la calcination des terres calaminaires.

La mine occupe en moyenne 120 ouvriers et débite environ 5.000 tonnes de calamine calcinée tous les ans. Ce minerai se vend dans les 80 francs.

§ 9. — **Concession d'El-Akhouat.**

Cette mine, située à environ 32 kilomètres au sud-ouest de Teboursouk, a été concédée à M. *de Montgolfier* par décret en date du 3 juin 1896.

Les travaux effectués jusqu'à ce jour consistent en galeries d'allongement et descenderies. Un chemin de ronde avec voie Decauville relie les attaques à deux fours de calcination. Le minerai est transporté à dos d'ânes des fours aux magasins et par arabas jusqu'à la gare de Medjez el Bab, sur environ 60 kilomètres; il gagne Tunis par voie ferrée. Cette concession est trop récente pour qu'on puisse encore donner des chiffres positifs à son égard.

II. — Main-d'œuvre dans les exploitations minières

Les conditions, au point de vue de la main-d'œuvre, des cinq exploitations que nous venons de passer en revue sont sensiblement identiques. Dans toutes ces exploitations, aussi bien que dans la plupart des travaux de recherches effectués sur le territoire de la Régence, la direction technique est confiée à des ingénieurs français. Les chefs mineurs, les géomètres sont également de nationalité française. Au-dessous des échelons les plus élevés de cette hiérarchie, il n'est plus possible de recourir au travail national, et force est de s'adresser au travail européen d'abord, au travail indigène ensuite. Tous les travaux qui nécessitent quelques connaissances techniques, tels que l'abatage du minerai, les recherches, la conduite des fours, etc., sont confiés à des ouvriers européens. Ces ouvriers sont le plus souvent de nationalité italienne; ils viennent, pour la plupart, des mines de calamine que l'on exploite en Sardaigne et des soufrières de Sicile. Depuis peu, il s'est présenté quelques mineurs grecs venant des exploitations de calamine du Laurium.

Bien rarement les Arabes sont employés comme mineurs; on ne rencontre guère pour pratiquer ce métier que quelques Kabyles venus des exploitations algériennes de Mokta-el-Hadid ou de Kef-oum-Theboul.

En revanche, tous les manœuvres, tous les trieurs sont indigènes. Le roulage, le chargement et le déchargement du minerai, les transports à l'extérieur de la mine leur sont exclusivement confiés.

Dans ces diverses fonctions, ils se contentent de salaires généralement inférieurs de 30 à 40 °/₀ à ceux des ouvriers européens, mais le rendement de leur travail est réduit comparativement dans les mêmes proportions, de sorte qu'il n'y a d'autre avantage à leur emploi que celui de la facilité dans le recrutement. Encore cette facilité est-elle souvent illusoire, car l'indigène se fixe rarement à la mine, et les services qu'il rend sont essentiellement temporaires. C'est, d'ailleurs, une remarque générale applicable aux exploitations minières et peut-être même aux exploitations de tous genres du nord de l'Afrique : le personnel ouvrier s'y trouve dans un état d'instabilité perpétuel; il se déplace et se renouvelle constamment. Des chiffres précis seraient intéressants à cet égard, car nous estimons que le séjour moyen d'un ouvrier dans une exploitation déterminée est, au moins, de moitié plus réduit qu'en France.

Cet état de choses doit avoir des causes multiples : l'une d'elles, en ce qui concerne les mines, est probablement l'absence à peu près complète d'institutions ouvrières et même d'installations durables pour les logements. Sauf à Sidi-Ahmet, où les habitations ouvrières ne laissent rien à désirer, ces habitations sont généralement rudimentaires. Il faut bien avouer que l'Italien et surtout l'indigène ont très peu d'exigences à cet égard.

A Zaghouan, les ouvriers ont à leur disposition des baraquements en bois et en maçonnerie.

Dans les autres mines, une partie seulement du personnel est logée, les autres se contentent de gourbis indigènes en branchages et terre.

A ce point de vue, comme à plusieurs autres, les exploitations minières ont dû se mettre en harmonie avec l'état général économique du pays.

III. — Carrières

Les carrières, aux termes du décret du 10 mai 1893, appartiennent, en Tunisie, au propriétaire du sol.

En l'absence de toute législation, l'État n'aurait en rien à intervenir dans leur exploitation, s'il n'était, en raison de la vaste étendue des terrains domaniaux dans la Régence, le propriétaire de la plupart des carrières existantes ou à ouvrir. C'est, en effet, dans les terrains arides et montagneux, qui, n'étant guère susceptibles de culture, n'ont pas été appropriés et sont restés possessions du souverain, que se rencontrent le plus grand nombre des gisements de toute nature susceptibles d'être exploités comme carrières. C'est notamment à titre de propriétaire du sol que l'État a pu concéder les importants gisements de phosphates de Gafsa dont nous parlerons plus loin.

C'est encore à titre de propriétaire que l'État reçoit un certain nombre de demandes d'autorisation d'effectuer des recherches de carrières. Ces autorisations sont instruites et accordées dans des formes à peu près semblables à celles des permis de recherches de mines, dont elles diffèrent cependant essentiellement dans leur principe.

Ces amodiations ou locations de carrières domaniales, consenties généralement par périodes de

cinq années, font l'objet de clauses établissant un régime d'exploitation analogue à celui des carrières dans la Métropole. Mais l'exploitation des carrières particulières est encore sous le régime de la liberté absolue, régime qui présente certains inconvénients et qui cessera prochainement, comme nous l'avons indiqué plus haut.

§ 1. — Plâtres.

Les gypses abondent en Tunisie. Dans le nord, on les trouve dans les masses éruptives boueuses de Béja et de Ghardimaou, à l'Ensarine, au djebel Ahmar, etc.

Dans le sud, ils forment parfois des collines entières, et dans les terrains avoisinant les chotts, comme à Nefta, on en rencontre des couches plus ou moins régulières, de consistance telle qu'on les emploie à l'état cru comme pierre à bâtir.

La fabrication du plâtre paraît avoir un certain avenir en Tunisie, en raison du grand emploi qu'en font les indigènes et de la suppression du monopole de cette fabrication, réservé à l'État jusqu'en 1895.

Une Société française vient d'acquérir les gisements domaniaux du djebel Aroussia, près Tebourba, et ne tardera pas à les mettre en valeur.

§ 2. — Marbres.

Les gisements de marbre sont nombreux; on peut citer les carrières suivantes :

1. *Chemtou.* — Cette carrière fournissait, à l'époque romaine, les marbres jaunes de Numidie si recherchés de l'Antiquité. On tenta, il y a quelques années, d'en reprendre l'exploitation; d'importantes installations furent faites et la carrière fut reliée par un embranchement de quatre kilomètres à la station d'Oued Meliz, sur la ligne de la Medjerda. Malheureusement cette exploitation, qui occupait jusqu'à 150 ouvriers, a dû être suspendue en 1890, à cause des veines ferrugineuses et calcaires qui sillonnent les blocs et les déprécient.

2. *Djebel-Oust.* — Cette carrière, située à environ 35 kilomètres de Tunis, sur la ligne ferrée de Zaghouan, fournit de bons matériaux, employés notamment pour la cathédrale en construction à Tunis.

3. *Djebel-Dissa.* — Cette montagne, située à peu de distance de Gabès, fournit des calcaires marbroïdes rougeâtres assez estimés.

§ 3. — Pierre à bâtir.

Les principales villes de la Régence, Tunis, Sousse, Sfax, Bizerte, Kairouan, etc., voient s'élever avec rapidité des quartiers neufs, tracés à l'européenne, dont la construction produit un appel considérable de matériaux et a donné lieu à l'ouverture de nombreuses carrières.

Ces matériaux sont généralement des calcaires.

Citons, pour Tunis, les carrières de Djebel-Djelloud, à 3 kilomètres de la ville; celle du Keddel, près Soliman, et celle de Bordj-Toum, qui a fourni les belles pierres de taille de l'hôtel des Postes; celles du cap Bon qui ont fourni, dans l'Antiquité, les matériaux de Carthage; celle de Korbous, qui fournit les matériaux du port de Tunis et ceux du pavage des rues.

§ 4. — Chaux hydraulique.

La région de Djebel-Bou-Kourmine, près de Tunis, fournit d'excellents calcaires à chaux hydraulique. Deux usines ont été installées pour les exploiter. L'usine *Canton et Cie*, établie à Hammam-Lif, comprend quatre fours à chaux, pouvant donner une production totale d'environ 30 tonnes par jour; elle possède des broyeurs et des blutoirs actionnés par une machine à vapeur de vingt chevaux. L'usine *Potin*, créée en 1888, dans le beau domaine de Bordj-Cédria, comporte des installations analogues; elle livre environ 6.000 tonnes par an, au prix de 20 francs.

§ 5. — Phosphates de chaux.

Les gisements des phosphates de chaux sont très répandus en Tunisie. Les plus intéressants sont des gîtes sédimentaires, en coupes régulières comme puissance, et homogènes comme teneur, placées au contact des marnes et des calcaires de la base de l'Éocène. Les phosphates se présentent sous la forme d'une roche gréseuse, souvent friable, dont la couleur varie du gris clair au brun verdâtre. Ils se rencontrent quelquefois en nodules épars dans les marnes du mur de la formation.

On trouve également quelques phosphorides dans les terrains jurassiques et crétacés; ce sont des gîtes accidentels de peu d'importance et présentant toutes les allures des gîtes calaminaires.

1. *Phosphates de Gafsa.* — Mais les seuls phosphates qui méritent de retenir notre attention sont ceux des gîtes sédimentaires. Ils se divisent en deux groupes : l'un dans le centre de la Tunisie, se reliant aux gisements de Tébessa; l'autre, plus au sud, formant une bande qui commence à l'ouest de Gafsa et se poursuit jusque dans l'Aurès algérien.

Cette dernière bande est très remarquable et sa situation en terrain domanial a heureusement permis de la comprendre dans une concession unique qui s'étend sur une cinquantaine de kilomètres entre Gafsa et Tamerza, à la frontière algérienne. Les phosphates y sont à peu près aussi riches que les phosphates algériens de Tébessa, exploités déjà depuis un certain temps, bien que découverts postérieurement.

Le mérite de cette découverte doit être reporté à

M. Thomas, vétérinaire de l'armée, qui signala, en 1885, les gisements de Gafsa. Si les phosphates algériens, signalés seulement en 1887, ont pu être mis rapidement en exploitation, c'est que la ligne ferrée de Tébessa à Souk-el-Ahras et à Bône s'est trouvée construite et leur a offert, dès le début, le débouché qui leur était indispensable. Au contraire, les phosphates de Gafsa, situés à 250 kilomètres de la mer, se trouvaient dépourvus de tous moyens de transport, et leur mise en exploitation exigeait à la fois la construction d'un port et celle d'une voie ferrée. Une combinaison spéciale a permis de réaliser l'établissement du port de Sfax. Mais on dut lier à la concession des gisements eux-mêmes l'obligation de construire la voie ferrée.

Des pourparlers, qui n'ont pas duré moins de quatre années, finirent par aboutir, le 15 août 1896, à la signature d'une convention avec une Société française. Cette Société reçoit pour soixante ans la concession de l'exploitation des phosphates et du chemin de fer de Sfax à Gafsa, dont elle va entreprendre immédiatement la construction.

Depuis un an déjà, sur un accord provisoire passé avec le Gouvernement tunisien, la Société s'est livrée à d'importants travaux de recherches et aux études du chemin de fer. Elle a reconnu jusqu'à ce jour au moins cinquante millions de tonnes d'une teneur moyenne en phosphate tribasique de 60 %.

A ces travaux de recherches vont succéder les travaux de construction de la voie ferrée et ceux de la mise en exploitation des gisements.

C'est un capital d'une vingtaine de millions, entièrement français, qui sera dépensé dans une colonie française et qui, indépendamment des bénéfices qu'il procurera à la Métropole, aura l'immense avantage de commencer la mise en valeur d'une région à qui ses ressources propres ne permettaient pas de longtemps d'envisager une aussi favorable perspective, — cela sans qu'il en coûte un centime au Trésor français ni au Trésor tunisien.

2. *Autres gisements de phosphates.* — Les gisements de phosphates du centre de la Régence sont moins bien connus que ceux de Gafsa, et leur mise en valeur n'est pas aussi proche. Les parties respectées par les érosions y ont, en effet, une étendue bien moindre que la bande continue des phosphates de Gafsa; la teneur et les épaisseurs des couches y sont, en général, moins belles; les accès, souvent difficiles. Il faut enfin regretter l'éparpillement des efforts qui sont faits en vue de cette mise en valeur. Personne n'ignore, en effet, que l'exploitation des phosphates, par les frais d'installation qu'elle exige, les moyens de transport d'un établissement très coûteux qu'elle nécessite presque toujours, l'importance des marchés de vente qu'elle doit traiter est, au premier chef, une grande industrie, qui ne saurait se créer et vivre sans capitaux considérables. Il importe donc que tous les gisements d'une même région, qui forment une unité économique au point de vue de l'exploitation, soient réunis dans la même main. Dans tous les cas où la diversité des propriétaires du sol amène la diversité des exploitants dans une région donnée, il est indispensable qu'un travail de groupement s'effectue, et peut-être même que le législateur intervienne pour poser, à ce sujet, certains principes généraux.

Sous le bénéfice des observations qui précèdent, on doit signaler les gisements ci-après, qui ont donné lieu à quelques travaux de recherches.

Ce sont les gisements de Kalaa-es-Senam, près de la frontière algérienne, à 40 kilomètres au nord de Tébessa; ceux de Kalaa-Djerda, à 25 kilomètres au sud-est des premiers, et ceux de Thala.

Ces trois groupes pourraient peut-être donner lieu par leur réunion à une affaire viable.

Les gisements de la région du Kef, encore peu étudiés, devraient être mis en relation avec le port de Tunis. On a également exploré les gisements de Sidi-Ayed dans la vallée de l'Oued Siliana, au sud de Testour. Citons enfin, pour terminer, ceux de Nasser-Allah, au nord-ouest de Kairouan.

IV. — Conclusions.

Le coup d'œil que nous venons de jeter sur l'état actuel de l'industrie extractive dans la Régence de Tunis, montre que cette industrie ne présente, pour le moment, qu'une bien faible importance. A part les transports auxquels elle donne lieu, elle n'occupe guère que quelques centaines d'agents et d'ouvriers. Il n'y a là rien de comparable à l'industrie de la pêche, par exemple, qui fait vivre plus de 60.000 personnes sur les côtes de la Régence.

Mais on peut dire que l'exploitation des mines et carrières, en Tunisie, n'est pas encore sérieusement organisée, et il est permis d'entrevoir pour cette industrie un avenir très satisfaisant. Cette richesse future découlera probablement de deux facteurs principaux : la *calamine*, minerai de valeur, mais peu abondant, dont les amas, en raison de l'impossibilité de formuler des règles pour les explorer, sont loin d'être encore bien connus, et les *phosphates*, minerai de moindre valeur, mais en grandes masses, qui paraissent destinés à alimenter, pendant de longues années, une industrie puissante et rémunératrice.

Par contre, il est moins probable que les gisements ferrugineux de la Khroumirie puissent, de longtemps encore, faire l'objet d'une exploitation avantageuse.

E. de Fages,
Ingénieur des Ponts et Chaussées,
à Tunis.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Painlevé (Paul), *Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons sur l'intégration des Equations différentielles de la Mécanique et applications.** — 1 *vol. in-4° de* 291 *pages.* (*Prix :* 14 *francs*). *Hermann, éditeur. Paris*, 1896.

Comme l'indique le titre, les *Leçons sur l'intégration des Equations différentielles de la Mécanique* n'ont pas la prétention de constituer par elles-mêmes un cours de Dynamique, mais seulement de compléter ce cours sur certains points. Ce n'est pas que tous les sujets principaux de la Mécanique rationnelle n'y soient effleurés. L'ouvrage débute par le rappel des principes fondamentaux sur lesquels repose la Dynamique, et la brièveté de ce chapitre n'en exclut pas plusieurs vues intéressantes. Mais l'auteur a pour principal objet l'étude analytique du problème général de la Dynamique : il résume rapidement les théorèmes qui servent à l'étude du mouvement d'un corps solide et aborde la mise en équation du problème à l'aide du principe des vitesses virtuelles et du principe de d'Alembert. L'exposé du principe des vitesses virtuelles, pour les systèmes sans frottement, est fixé aujourd'hui dans ses lignes principales; mais la leçon consacrée aux systèmes à frottement est au contraire entièrement nouvelle. M. Painlevé montre que les réactions peuvent toujours être décomposées, et cela d'une seule manière, en deux parties : un premier système de forces constitue les *forces de liaison proprement dites*, telles que leur travail virtuel soit identiquement nul; le second système (*forces de frottement*) est tel que, multiplié par un nombre infiniment petit, il représente un déplacement virtuel du système matériel. Après avoir énuméré les principaux types de systèmes sans frottement, l'auteur établit les équations de Lagrange, en discutant avec plus de soin qu'on ne le fait en général la légitimité de leur application aux systèmes continus.

Un problème de mécanique étant ainsi mis en équation, il s'agit d'intégrer le système d'équations ainsi obtenu. M. Painlevé commence par lui appliquer les propriétés générale des équations différentielles. Mais les équations de la Dynamique ne sont pas des équations différentielles quelconques : elles possèdent des propriétés particulières qui en facilitent l'intégration. On constate, en effet, dans chaque cas particulier, que, lorsqu'on a obtenu un certain nombre d'intégrales, la recherche des intégrales restantes et, par suite, la solution complète du problème, n'exigent plus que des quadratures. Ce fait, dont les traités n'indiquent pas toujours la raison générale, tient à ce qu'on connaît un *multiplicateur* du système différentiel en question. L'auteur est donc conduit à exposer cette théorie du multiplicateur, puis il démontre le théorème général de Jacobi, par lequel l'intégration est ramenée à la résolution d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre non linéaire.

La leçon qui suit, consacrée à l'étude des trajectoires réelles, est l'exposé de résultats personnels à M. Painlevé. Les k paramètres qui définissent la position du système étant considérés comme les coordonnées d'un point dans l'espace à k dimensions, l'élimination de t entre les équations du problème fournit les trajectoires de ce point représentatif (considérées indépendamment de la loi du mouvement sur ces courbes). Si le système n'est soumis à aucune force, ces trajectoires ne dépendent que de $2k - 2$ arbitraires : ce sont les *géodésiques* de la forme quadratique qui représente la force vive; chacune d'elles correspond à une infinité de mouvements qui s'opèrent avec des vitesses différentes. Mais, s'il y a des forces accélératrices (du moins en supposant ces forces indépendantes des vitesses), il en est nécessairement autrement : les trajectoires dépendent de $2k - 1$ arbitraires, la trajectoire changeant en général si l'on multiplie les vitesses initiales par un même nombre quelconque. Il y a exception pour le nombre — 1 : tout mouvement d'un système sans frottement, soumis à des forces qui ne dépendent que de la position du système, est *réversible*, c'est-à-dire peut s'opérer dans les deux sens.

Les géodésiques continuent à faire partie du faisceau des trajectoires : ce sont des trajectoires limites, correspondant aux valeurs infiniment grandes de la constante des forces vives, et par conséquent des vitesses. C'est ainsi que, dans le mouvement des projectiles, aux grandes vitesses initiales correspondent des trajectoires très « tendues » qui diffèrent infiniment peu de lignes droites. Enfin, dans certains cas, il existe des trajectoires, dites *trajectoires remarquables*, sur lesquelles il existe une infinité de mouvements distincts et qui, en particulier, sont également des géodésiques : telles par exemple, les verticales dans le cas de la pesanteur.

De la réalité de la trajectoire on ne peut pas toujours conclure à la réalité du mouvement. L'intégrale qui représente le temps a, en effet, pour élément différentiel un radical carré, lequel est tantôt réel, tantôt purement imaginaire; de sorte que la trajectoire appartient tantôt au mouvement en question, tantôt au mouvement *conjugué* de celui-là : mouvement que l'on déduit du premier en changeant t en it, ou encore en changeant de sens les forces accélératrices sans en changer les grandeurs ni les directions. Il existe d'ailleurs une infinité de trajectoires (trajectoires *mixtes*) qui correspondent en partie au mouvement véritable et en partie au mouvement conjugué. Les deux arcs qui jouent ainsi des rôles différents sont séparés par un *point d'arrêt* où le système arrive sans vitesse pour rebrousser ensuite chemin. Il existe une trajectoire mixte, et une seule, qui a son point d'intérêt en une position donnée quelconque : c'est celle que l'on obtient en abandonnant le système sans vitesse initiale dans la position en question. Il peut arriver qu'une même trajectoire mixte renferme plus d'un point d'arrêt; le mouvement sur l'arc compris entre deux tels points est alors alternatif et périodique. Enfin peuvent être mixtes d'une infinité de façons les trajectoires remarquables, s'il y en a.

Comme autres trajectoires exceptionnelles, il y a lieu de noter les trajectoires *singulières*, où le système tend asymptotiquement vers une position limite, qui est une position d'équilibre instable.

Le calcul des équations différentielles des trajectoires, dans le cas où les forces données dérivent d'un potentiel, conduit naturellement au principe de la moindre action, d'après lequel les trajectoires peuvent être considérées comme des géodésiques, même lorsqu'il y a des forces accélératrices. Ce principe et le principe de Hamilton amènent à considérer les équations de la Dynamique comme des formes particulières des équations du calcul des variations et à déduire de ce point de vue les propriétés fondamentales.

On retrouve ainsi l'existence d'un multiplicateur et les propriétés des trajectoires, et l'on revient aux relations qui existent entre l'intégration des systèmes canoniques et l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre. C'est de ce rapprochement

que se déduisent des méthodes d'intégration plus simples, du moins théoriquement, que les précédentes : les méthodes de Jacobi et de Mayer, que l'auteur expose sous leurs différentes formes, dans les derniers chapitres de ses *Leçons*.

Les exercices ajoutés à la fin de chaque chapitre tiennent une place importante dans l'ouvrage ; l'auteur a su les trouver originaux et intéressants.

J. Hadamard,
Professeur de Mathématiques
à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

2° Sciences physiques.

Londe (Albert), *Directeur du Service photographique de la Salpêtrière.* — **La Photographie moderne** (2e *édition.* — 1 *vol in-8° de* 792 *pages, avec* 346 *fig. et* 5 *pl. hors texte.* (*Prix, relié* : 15 *fr.*) *G. Masson, éditeur, Paris*, 1896.

M. Albert Londe vient de faire réimprimer son bel ouvrage sur la Photographie, dont la première édition eut naguère un si vif succès. Mais c'est vraiment un livre nouveau que l'auteur nous donne aujourd'hui, tant il en a élargi le cadre pour répondre aux besoins de tous ceux qui s'occupent de photographie.

La première partie est consacrée à la technique photographique proprement dite ; l'auteur traite successivement de la chambre noire, de l'objectif, de l'obturateur, des préparations sensibles, de l'exposition, du choix du sujet, du développement, de l'obtention du positif (par les procédés photographiques et photomécaniques), des agrandissements et des réductions.

Dans une seconde partie, et non la moins importante, M. Londe s'occupe des applications de la photographie ; il nous montre le rôle important qu'elle joue dans la science, et les services qu'elle lui a rendus et est appelée à lui rendre encore. Il traite, en particulier, de la photographie documentaire, de la métrophotographie, de la photographie militaire, de la microphotographie, de la photographie judiciaire et médicale, de la photographie astronomique et de la chronophotographie.

Un chapitre est ensuite consacré à l'étude des lumières artificielles, et, pour terminer, l'auteur nous trace l'état actuel de la photographie des couleurs.

La haute compétence de M. Londe dans tout ce qui a trait à la photographie, les nombreux perfectionnements qu'il a apportés à plusieurs de ses méthodes dans le service photographique de la Salpêtrière, nous dispensent de faire l'éloge de son ouvrage, dont la seconde édition est appelée à remporter, comme la première, un très grand et très légitime succès.

L. Brunet.

Hélier (Henri), *Ancien élève de l'Ecole Normale.* — **Recherches sur les combinaisons gazeuses.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*).— 1 *broch. in-4° de* 82 *pages avec figures. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

Cette thèse renferme une série de considérations relatives à la Mécanique chimique et des expériences sur les vitesses, les conditions de température et de pression des combinaisons gazeuses.

Sans préciser au début le problème particulier qu'il a cherché à résoudre, l'auteur, dans son *Introduction*, s'élève contre la tendance des expérimentateurs à se préoccuper outre mesure des *faits*, au lieu de se laisser conduire par une *philosophie* :

« Newton, dit-il, se demande si sa grande loi qui régit l'Univers ne pourrait pas s'appliquer aussi aux phénomènes chimiques... Des vues théoriques de cet ordre, solidement établies sur le terrain mathématique, auraient dû diriger l'expérience. Mais presque tout le XIXe siècle devait se passer en expériences conçues au hasard, pour ainsi dire, et par pure intuition ».

Ainsi, Chevreul, Gay-Lussac, Dumas, Deville, etc., ont travaillé à peu près au hasard, non en architectes, mais en manœuvres ! M. Hélier reconnaît cependant qu'ils ont « achevé presque la chimie expérimentale ». Mais cette quasi-réhabilitation semblera excessive aux chimistes qui croient à la fécondité indéfinie de l'expérience. Quelques-uns pensent que la vraie loi de l'attraction universelle est peut-être beaucoup plus compliquée que l'indique la formule de Newton ; il est possible que la formule générale comprenne plusieurs termes dont certains tendent à s'annuler pour les grandes distances et deviennent, au contraire, prépondérants dans le cas des espaces inter et intra-moléculaires. Sur ce sujet, nous ne savons rigoureusement rien, et les « vues théoriques » que M. Hélier déclare « solidement établies sur le terrain mathématique » paraîtront des guides bien insuffisants aux savants que l'histoire des sciences a rendus prudents. Rappelons-nous le sort récemment fait à la loi de Mariotte, l'échec final de toutes les doctrines qui ont prétendu opérer avec des hypothèses la synthèse du monde. A cette lime le génie lui-même s'est usé.

Mais laissons-là cette dispute, pour arriver aux faits chimiques dont M. Hélier s'est occupé. Suivant l'exemple donné dès 1868 par M. A. Gautier, il a eu recours aux gaz parfaits, — dont on peut mesurer le travail, — pour étudier les lois des combinaisons « en fonction des masses relatives, du temps, des températures », etc. Les recherches de M. Gautier, auxquelles M. Hélier s'était, en ces dernières années, trouvé associé, avaient donné des résultats satisfaisants :

« Mais, dit l'auteur, ce qui continuait à nous manquer, c'était l'intelligence intime du phénomène. La théorie thermodynamique m'y conduisit. »

Il ajoute :

« Elle me servit dès lors de fil conducteur, pour ainsi dire. Par une action inverse, l'expérience me fit réfléchir sur certains points de la théorie, qu'elle m'amena à modifier ou à compléter. »

Voici les découvertes auxquelles la théorie thermodynamique et ses expériences ont conduit M. Hélier :

« 1° A basses températures, les gaz réagissent les uns sur les autres ;

« 2° Ces actions sont des phénomènes irréversibles ;

« 3° A une température donnée, sous une pression donnée, la réaction est limitée et ne dépend que des proportions des gaz en présence ;

« 4° La limite croît avec la température et avec la pression,

« 5° Si les gaz se combinent sans condensation, la limite ne dépend pas de la pression ;

« 6° Dans le cas de deux gaz se combinant pour en donner un troisième, la limite est donnée en fonction des températures, des pressions et des masses en présence, par une expression assez compliquée que donne l'auteur (page 82).

« 7° Ces formules régissent en même temps les phénomènes de dissociation, de sorte que combinaison et dissociation sont deux phases d'un seul et unique phénomène. »

Comme on le voit, l'esprit dans lequel ce travail est conçu le distingue des mémoires ordinairement acceptés comme thèses à la Faculté des Sciences de Paris. Fidèle au conseil de Trousseau [1], l'auteur y a mis « un peu moins de science et un peu plus d'art ».

L. O.

[1] Pour les explications, M. Hélier nous déclare (page 5 de sa thèse), s'être inspiré des conseils, « éternellement justes » du professeur Trousseau :

« Dès que vous avez un fait, un seul fait, appliquez-y tout ce que vous possédez d'intelligence. Cherchez-y les côtés saillants, voyez ce qui est en lumière, laissez-vous aller aux hypothèses, courez au-devant, s'il le faut.

« Comment se fait-il donc que l'intelligence devienne plus paresseuse à mesure que les notions scientifiques se multiplient, contente de recevoir et de jouir, peu soucieuse d'élaborer et d'enfanter ? Vous, autour de qui les moyens abondent, gâtés, énervés, rassasiés par ce qui vous est si abondamment offert, vous ne savez que recevoir et qu'engloutir, et votre intelligence paresseuse étouffe d'obésité, et meurt improductive.

« De grâce, un peu moins de science, et un peu plus d'art, messieurs. »

Prost (Eug.), *Chef des Travaux et Répétiteur du Cours de Chimie analytique à l'Université de Liège*, et **Hassreidter** (V.), *Chimiste industriel.* — **Manuel de Chimie analytique appliquée aux industries du zinc et de l'acide sulfurique.** — *1 vol. in-8° de 128 pages (Prix : 7 fr. 50). Baudry et Cie, éditeurs. Paris et Liège*, 1896.

Dans les régions de la Belgique et de la Westphalie, le traitement des blendes prend une importance croissante à mesure que s'épuisent les gisements de calamine. D'autre part, les exigences de l'industrie moderne conduisent rapidement les exploitants à rechercher les conditions économiques et hygiéniques les plus parfaites. Il en résulte que chaque usine sérieuse est amenée à pratiquer, d'une façon de plus en plus sérieuse, le traitement des matières premières mises en œuvre, et des résidus, et de tirer le meilleur parti de ces derniers.

On peut évidemment contrôler avec sûreté le travail complet de ces usines en suivant les méthodes générales de la chimie analytique ; mais ces méthodes sont souvent longues et parfois surannées. Il est d'un grand intérêt, pour les industriels, d'avoir en main des procédés appropriés à leur travail spécial, procédés rapides et simples: on ne peut guère trouver ces indications que dans des livres spéciaux. Il nous semble que le traité de MM. Prost et Hassreidter répond à ce désideratum en ce qui concerne le traitement des blendes crues et des cendres. Il nous donne en effet, à côté des vieilles méthodes intelligemment modifiées, des procédés d'analyse nouveaux, fondés les uns sur l'emploi d'agents oxydants tels que le bioxyde de sodium, l'acide nitrique concentré, etc., les autres sur l'emploi des précipitations par le courant électrique.

L'étude des minerais et des produits ou résidus de traitement des houilles, des matériaux réfractaires, est bien traitée et permet à un chimiste industriel de fonder une méthode de contrôle rapide et pratique. Sous ce rapport, l'ouvrage en question peut rendre de réels services.

Nous aurions peut-être quelques reproches à faire aux auteurs en ce qui concerne l'exposition des méthodes de contrôle relatives à la fabrication de l'acide sulfurique aux dépens des blendes, fabrication qui est cependant destinée à jouer un grand rôle dans l'industrie moderne. Les auteurs se sont abrités, il est vrai, derrière la haute autorité du Pr Lunge, mais ils n'ont indiqué aucune des méthodes permettant de constater, entre la tête et la queue des chambres, la cause des accidents de fabrication. Il y a là une lacune regrettable à signaler en présence de la tendance actuelle à produire de plus en plus d'acide sulfurique dans un temps donné.

P. Sorel,
Ancien ingénieur des manufactures de l'Etat
Professeur suppléant au Conservatoire National des Arts et Métiers.

3° Sciences naturelles.

Quatrefages (A. de), *Membre de l'Institut et Professeur au Muséum* — **Les Émules de Darwin.** *Avec une Préface de M. E. Perrier, de l'Institut, et une Notice sur la vie et les travaux de M. de Quatrefages, par M. E. T. Hamy, de l'Institut.* — *2 vol. in-8° de* CXL *pages et 290 pages. (Prix : cartonnés, 12 fr.) F. Alcan, éditeur, Paris*, 1896.

De Quatrefages, comme couronnement de sa belle carrière de zoologiste et d'anthropologiste, a eu la noble ambition d'écrire l'histoire du transformisme, dont il a vu les origines, l'âge héroïque marqué par les controverses ardentes de Darwin, Wallace, Hæckel, Huxley, Vogt, etc., et enfin le succès absolu et universel. On connaît les idées de Quatrefages : il se refusait totalement à admettre que les espèces descendent les unes des autres, parce que la nature ne lui montrait d'une façon probante aucune transmutation d'espèce; pour lui, l'espèce est une entité indélébile et irréductible, semblable à celle des corps simples de la Chimie, et c'est à dessein qu'il emploie ce mot de transmutation comme synonyme d'évolution ou de transformation. Toutefois, il ne s'est jamais reconnu créationniste ; l'origine des êtres animés est un dilemme dont il repoussait catégoriquement un des termes, sans cependant accepter l'autre d'une façon avouée ; c'est ce qui lui donne parmi les antitransformistes une situation originale et ambiguë, comme il le reconnaît d'ailleurs lui-même. On peut lui reprocher d'avoir confondu le principe même du transformisme, immuable depuis qu'il s'est imposé à l'esprit des biologistes, avec les théories explicatives, forcément fluctuantes et sans cesse modifiables ; sa critique y a perdu, non de sa force, mais de son influence.

Son histoire du transformisme comprend deux ouvrages : 1° Darwin et ses précurseurs français, dont j'ai brièvement analysé la seconde édition dans cette *Revue* (*Revue générale des Sciences*, n° du 15 septembre 1892) ; 2° Les émules de Darwin.

Dans ce dernier livre, de Quatrefages étudie successivement les théories des prédécesseurs et de quelques contemporains de Darwin, qui ont cherché, soit à proposer des conceptions nouvelles, soit à confirmer et à perfectionner la doctrine du maître : Russel Wallace, Naudin, Romanes, Carl Vogt, Filippi, Hæckel, Huxley, Owen, Mivart, Gubler et Kœlliker, Thury et d'Omalius d'Halloy, Erasme Darwin. Au point de vue qui nous occupe, ces savants ont évidemment une valeur très inégale; les uns ont présenté des théories complètes, solidement appuyées sur des faits réels, et dont l'influence est encore considérable, tandis que d'autres se sont bornés à des critiques partielles plus ou moins exactes ou à des fragments de théories métaphysiques et sans portée. Les idées de Romanes sur l'inutilité des variations commençantes, sur l'action absorbante des croisements et sur la sélection physiologique, celles de Vogt sur le développement rétrograde, la convergence des caractères et le non-parallélisme de l'ontogénie et de la phylogénie, sont de véritables et importantes acquisitions, tandis que les théories plus ou moins mystiques d'Owen, de Thury, de Naudin, ne relèvent plus que de l'histoire de la science.

En sa qualité d'anthropologiste, de Quatrefages insiste naturellement sur les arguments touchant l'origine simienne de l'homme, et, comme on peut s'y attendre, il nie formellement toute parenté possible entre l'homme et un ancêtre simien, soit actuel, comme on l'a longtemps soutenu, soit éteint, comme on le croit maintenant. En sa qualité d'antitransformiste convaincu, il s'attache surtout à la critique de la théorie darwinienne, la seule assez solide pour emporter la conviction, et fait ressortir l'inutilité de la variation lente (Romanes et Mivart) et l'insuffisance de la sélection naturelle dans la formation des espèces; là, on ne peut nier qu'il se soit montré très clairvoyant, puisque ces idées sont maintenant acceptées très généralement par les écoles modernes de Spencer, Delage, etc.

On comprend que, confondant le transformisme avec ses théories explicatives, et surtout avec celle de Darwin, il ait pu penser à la fin de son livre que l'évolution de la vie demeure encore pour nous un impénétrable mystère et que, de tous ces échafaudages laborieux, il ne reste rien qu'un immense inconnu, qu'un aveu d'impuissance à résoudre le grand problème. Il aurait été plus juste de reconnaître que, si les théories explicatives ont sombré successivement, chacune d'elles a laissé à sa place un important bagage de faits positifs et d'interprétations très acceptables, et que le transformisme en tant que doctrine n'a pas fait un pas en arrière depuis que le génie de Darwin l'a fait comprendre et accepter au monde.

L. Cuénot.
Chargé du Cours de Zoologie.
à la Faculté des Sciences de Nancy

4° Sciences médicales.

Proust (A.), *Inspecteur général des Services sanitaires.* — **L'orientation nouvelle de la politique sanitaire.** — 1 *vol. in-8. de 456 pages avec figures et cartes.* (*Prix : 10 fr.*). *G. Masson, éditeur. Paris,* 1896.

Dès le début de sa carrière médicale, M. le Pr Proust s'est adonné à l'étude des questions d'hygiène internationale. En 1869, il fut chargé d'une mission sanitaire en Russie et en Perse, et il rapporta de ce voyage une ample moisson de documents qui furent le point de départ de travaux auxquels il s'est consacré pendant plus d'un quart de siècle. Comme toute question à laquelle on s'attache avec persévérance, l'étude des grandes épidémies et du choléra en particulier a acquis un développement et une orientation auxquels M. Proust a puissamment contribué. Depuis le début de ses recherches, un grand pas a été franchi : non seulement la pathogénie a été soudainement éclairée par la bactériologie, mais l'agent pathogène bacillaire s'est rapidement présenté aux découvertes des microbiologistes. M. Proust n'avait pas attendu la découverte de Koch pour indiquer les mesures efficaces prophylactiques qu'il fallait prendre contre les épidémies. En effet, avec une véritable prescience qui n'était en réalité que de la perspicacité mise en éveil par des travaux qui commençaient à poindre — et auxquels M. Proust attachait déjà leur véritable valeur — il tirait de la doctrine microbienne, à peine ébauchée, une prophylaxie qui devait rallier plus tard tous les esprits élevés attachés aux devoirs envers l'humanité.

Si, au point de vue scientifique, tous devenaient les adeptes de l'orientation nouvelle qu'il s'efforçait d'imprimer, dans la pratique il se heurtait aux difficultés suscitées par l'Angleterre. Aujourd'hui encore, l'énorme puissance commerciale britannique est le grand obstacle de cette politique sanitaire.

Car, en effet, l'Angleterre refuse de donner, à bord de ses navires, aux malheureux pèlerins l'espace qui leur est strictement indispensable. Elle ne veut pas non plus suivre l'exemple de la Hollande et de la France, qui, craignant de voir tomber les pèlerins dans un état de misère si propice au développement et à la propagation des épidémies, ne les laissent s'embarquer que lorsqu'ils possèdent la somme d'argent indispensable pour leur voyage. Elle refuse aussi de permettre l'installation d'une surveilance sanitaire au Golfe Persique.

C'est là que M. Proust se révèle habile diplomate. Les intérêts commerciaux qui sont la source même de la grandeur et de la vitalité de l'Angleterre ne sauraient être sacrifiés par notre puissante voisine, qui, à plusieurs reprises, a laissé le continent s'infecter plutôt que d'entraver les transactions de ses négociants. Aussi, dans les différents congrès de Venise, de Dresde, de Paris, dans lesquels M. Proust a si brillamment représenté la France, s'est-il attaché à faire prévaloir le principe de la désinfection. Dès lors, les quarantaines et toutes les mesures vexatoires qu'elles comportent se trouvent supprimées. Mais, pour être efficaces, les mesures de désinfection doivent être rigoureuses. Il faut s'efforcer de les faire appliquer dans les pays où les maladies épidémiques sont à l'état endémique. Mais comme il est établi que les maladies se propagent suivant les voies de communication terrestres et maritimes, c'est sur ces points que la désinfection peut être efficace. Toute maladie suspecte à bord des navires comporte l'isolement et la désinfection de tous les objets ayant été en contact avec le malade. Non seulement tous les navires doivent renfermer une étuve à désinfection par la vapeur sous pression, mais encore tous les lazarets posséderont les mêmes appareils. Si en effet le choléra se déclare à bord, quelques jours d'observation suffisent pour reconnaître les cas suspects. Dès lors, tandis que les malades sont retenus dans les lazarets, les autres voyageurs peuvent circuler librement, mais à la condition qu'ils restent sous la surveillance d'une direction sanitaire. Car si des cas se produisent ultérieurement, l'administration aussitôt avertie peut isoler, désinfecter et éteindre ainsi le foyer épidémique naissant.

Ces règlements émis et appliqués déjà par MM. Proust et Brouardel ont donné dans ces dernières années de brillants résultats. Les observations sur ces faits abondent dans le livre de M. Proust. Elle sont même fort suggestives et d'une portée encore plus haute. Car elles démontrent, que ce mode de prophylaxie est applicable à toutes les maladies infectieuses en général.

Les mesures de désinfection doivent être rigoureuses, et pour être réellement efficaces, il faut que des médecins instruits et consciencieux y président avec une attention constante. La moindre infraction peut être cause de l'envahissement de l'Europe. C'est en agissant ainsi que l'on pourra arriver à une suppression définitive des quarantaines.

Ces résultats ne seront obtenus que si tous les Etats de l'Europe étant d'accord se prêtent un mutuel appui. Aussi M. Proust propose-t-il la création d'une *Union internationale sanitaire* composée des représentants des grandes puissances et des groupes des Etats de second ordre. Elle devrait être permanente. Il faudrait qu'un bureau, émanation de la Commission, continuât ses travaux sans interruption et que la Commission elle-même pût se réunir aussi souvent que la situation et les besoins l'exigeraient. Cette direction et ce bureau constitueraient la Commission permanente internationale des épidémies. Il y aurait lieu de créer sous l'autorité des puissances une direction et une administration sanitaire ainsi qu'un service de contrôle, destinés surtout à la protection des régions orientales.

Les gouvernements des Etats participants donneraient à leurs autorités supérieures d'hygiène les instructions nécessaires, afin qu'elles communiquent à la Société internationale tous les renseignements relatifs aux questions de sa sphère. Le *Bureau international de Santé* aurait donc pour mission de recueillir tous les renseignements sur les épidémies et de surveiller la mise en vigueur des règlements édictés. Il exposerait périodiquement les résultats de son activité dans des rapports qui paraîtraient aux journaux officiels des différents pays. Le bureau n'aurait d'ailleurs aucun pouvoir exécutif. On comprend qu'il ne pourrait, sans se heurter aux droits souverains des Etats, donner des directions qui auraient force d'exécution. Son rôle serait purement moral ; il aurait pour mission d'exposer ce qui se passe, d'indiquer ce qui est à faire.

Cette unité d'action morale vaincrait bientôt la résistance des pays encore aujourd'hui réfractaires.

Telles sont les considérations pratiques et sociales que M. Proust s'efforce de faire prévaloir, et il ajoute : « On trouverait en ce bureau de santé un des agents les plus efficaces de la diffusion des idées de modération et de paix accueillies partout aujourd'hui avec une si grande faveur. »

A côté de ces questions de politique sanitaire le livre de M. Proust renferme des chapitres du plus haut intérêt sur les pèlerinages de La Mecque, et sur ceux des Hindous. Cette synthèse de documents relativement peu nombreux sur ces faits relevant à la fois de l'ethnographie, de la religion, de la politique, est présentée avec l'esprit critique et fin d'un historien dont le style limpide n'est pas un des moindres attraits de cet ouvrage original.

Dr Maurice Springer,
Chef du laboratoire
de la Clinique médicale de la Charité.

Allis (Oscar H.), *Membre du Collège des Médecins et de l'Académie de Chirurgie de Philadelphie, Chirurgien de l'Hôpital presbytérien.* — **An inquiry into the Difficulties encountered in the reduction of Dislocations of the Hip.** — 1 *vol. in-8° de 170 pages avec 159 figures, publié par les soins de la Smithsonian Institution, Philadelphie,* 1896.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Novembre 1896.

MM. **Troost** et **Schutzenberger** sont nommés membres de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

1° Sciences mathématiques. — M. **O. Callandreau** montre que la désagrégation d'un essaim de comètes dépend à la fois de sa densité et de la nature de la trajectoire décrite; elle est plus marquée dans une orbite allongée. — M. **E. Guyou** signale l'introduction, dans la pratique de la navigation, d'un instrument nouveau, l'horizon gyroscopique, dû à l'amiral Fleuriais; l'appareil est destiné à suppléer à l'horizon de la mer pour la mesure des hauteurs des astres par temps de brume ou la nuit. — M. **A. Schwerer** communique les observations qu'il a faites sur le *Dubourdieu* et sur la *Drôme* avec l'horizon gyroscopique; l'erreur maximum a été de deux secondes. D'autre part, l'instrument remplit toutes les conditions de précision, de solidité et de valeur pratique indispensables à un instrument de navigation. — M. **Triboullet** adresse une note relative aux satellites qu'il attribue à la planète Vénus. — M. **Paul Stæckel** étudie une certaine classe de surfaces déformables qui jouissent des propriétés suivantes : 1° En se déformant, elles conservent le même système conjugué; 2° ces lignes conjuguées sont des géodésiques. — M. **E. Goursat** étudie les équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, en y appliquant la méthode d'intégration de M. Darboux. Il montre qu'il n'y a que deux seuls types dont l'intégrale générale appartienne à la première classe d'Ampère et où les fonctions arbitraires dépendent d'un même argument. — Le P. **Pépin** étudie les formes linéaires des diviseurs $x^2 \pm A$ et arrive, en partant de la loi de réciprocité de Legendre, à des conclusions analogues à celles formulées récemment par M. de Jonquières. — M. **Delauney** adresse une note sur diverses propriétés des nombres.

2° Sciences physiques. — M. **Abel Buguet**, intercalant un disque de plomb entre une source de rayons X et une plaque photographique, a observé que la plaque tout entière, même à l'ombre du disque, est impressionnée. Toutefois, il est probable que ce fait n'est pas dû à une déviation des rayons X passant vers les bords du disque, car si l'on place dans l'ombre du disque des épingles perpendiculaires à la plaque, la projection de ces épingles n'a pas lieu de la périphérie vers le centre, mais bien du centre vers la périphérie. — En s'appuyant sur les données expérimentales que M. Violle a obtenues pour la chaleur spécifique moyenne du carbone de 0° à 1000°, M. **P. Janet** établit une méthode simple de mesure de la température des lampes à incandescence. — M. **H. Pellat** a vérifié pour les liquides les formules, établies par lui, qui donnent la force qu'exerce un champ électrique sur un diélectrique non électrisé; le principe de l'expérience consiste à mesurer la dénivellation qui se produit entre deux vases contenant le liquide, dont l'un est soumis à l'action du champ et l'autre soustrait à cette action. Les formules théoriques se trouvent pleinement justifiées. — M. **A. Baudoin** adresse un mémoire ayant pour titre : « Des causes de l'attraction universelle; l'éther et la loi de gravitation. » — M. **C.-V. Zenger** adresse une note sur plusieurs tremblements de terre et sur les relations qui existent entre les cyclones et les taches solaires. — M. **Bougon** adresse une note relative aux trombes. — M. **Guntz**, en chauffant au rouge du lithium dans un courant d'hydrogène, a obtenu un hydrure de lithium cristallisé, très stable, de formule Li H. Il a déterminé la chaleur de formation de ce composé en mesurant la chaleur dégagée par sa dissolution dans l'eau; cette chaleur de formation est égale à $+ 21^{cal}, 6$, ce qui explique la stabilité du composé. — M. **Th. Schlœsing fils** a analysé, au point de vue de la teneur en argon, de l'air provenant de localités et d'altitudes très diverses. Le taux en argon y est presque constant et égal à celui de l'air de Paris. — M. **André Duboin** a cherché à produire par les méthodes qu'il a précédemment exposées (action d'un oxyde sur la silice dissoute dans le fluorure de potassium, en particulier) un silicate double de glucinium et de potassium; il a obtenu deux corps : $2K^2O, 3GlO, 7SiO^2$ et $2K^2O, 3GlO, 5SiO^2$. Avec la baryte et la chaux, il a obtenu des silicates doubles contenant du fluor. — MM. **J. Dupont** et **J. Guerlain** établissent que l'essence de roses de France renferme, à côté de produits terpéniques (stéaroptène, etc.), un éther doué d'un fort pouvoir rotatoire à gauche; cet éther est saponifié par une ébullition prolongée avec l'eau.

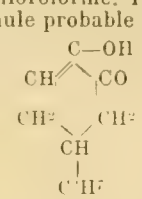
3° Sciences naturelles. — M. **E. Perrier** présente le quatrième fascicule de son « Traité de Zoologie » et expose les principes qui l'ont guidé dans la classification de l'ouvrage. — M. **Louis Léger** montre que la production parasitaire située sur l'*Echinocardium* et désignée sous le nom de *Lithocystis*, a une origine complexe. Les kystes sont ceux d'une grégarine monocystidée cœlomique, à évolution normale, dont les cristaux sont un produit d'excrétion; les masses plasmodiales colorées sont constituées par l'accumulation des phagocytes de l'*Echinocardium*, dont la plupart sont morts et chargés de granulations pigmentaires. — M. **Causard** a observé un éphémère vivipare, le *Chlæopsis diptera*. Celui-ci pond dans l'eau des larves vivantes, qui se sont développées à l'intérieur de son corps. L'auteur donne la description de l'appareil génital de l'insecte et des larves. — M. **Pierre Fauvel** établit l'homologie des segments antérieurs chez les Ampharétiens (Annélides polychètes sédentaires). — MM. **Ch. Rémy** et **G. Contremoulins** ont injecté dans le système vasculaire d'un homme mort des poudres métalliques impalpables afin de le rendre opaque aux rayons X; ayant ensuite opéré la radiographie, ils ont obtenu des épreuves qui montrent la disposition du système vasculaire jusqu'à ses plus fines divisions. — M. **Ch. Naudin** communique de nombreuses expériences culturales sur les légumineuses, desquelles il déduit que les bactéries ont probablement peu d'action sur l'assimilation de l'azote de l'air par ces plantes. Au contraire, il est probable que c'est le protoplasma même des plantes qui absorbe l'azote libre. — M. **Levat** adresse une note sur la couleur rouge des feuilles de vigne. — M. **Clère** adresse un mémoire intitulé : « Histoire des organismes ». — M. **P. W. Stuart-Menteath** adresse une nouvelle note sur la formation des Pyrénées. Cette chaîne serait formée de roches crétacées ayant subi des bouleversements considérables. — M. **E. Rivière** signale un nouveau gisement quaternaire de l'âge du renne et de l'époque dite *magdalénienne;* c'est l'abri sous roche de La Source.

Séance du 9 Novembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Bigourdan** adresse ses observations de la nouvelle comète Perrine (1896, nov. 2) faites à l'Observatoire de Paris, à l'équatorial de la Tour de l'Ouest. — M. **Ch. André** envoie les observations d'occultation des Pléiades faites le 23 octobre à l'Observatoire de Lyon. — M. **J. Guillaume** commu-

nique les observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le troisième trimestre de 1896. Le nombre et l'étendue moyenne des taches continuent à diminuer; toutefois il y a eu, en septembre, un groupe de taches remarquable par ses vastes dimensions. Les facules continuent également à diminuer. — M. **Leclère** adresse une note sur la répartition du mouvement dans un milieu homogène et sur la formation des cyclones. — M. **Chapel** signale le retour de phénomènes météorologiques exceptionnels dans le mois de novembre 1896; ils seraient dus à la rencontre d'essaims cosmiques par la terre. — M. **H. Tarry** adresse une note sur la production des inondations dans le bassin de la Seine. — M. **René de Saussure** considère l'espace réglé comme la représentation de la surface ponctuelle d'une sphère imaginaire de rayon $i = \sqrt{-1}$, en faisant correspondre à chaque droite réelle de l'espace un point de la sphère; il déduit de ces considérations une géométrie de l'espace réglé. — Le **P. Pépin** donne la fin de sa communication sur les formes linéaires des diviseurs de $x^2 \pm A$. — M. **Marcelin Duplaix** calcule la résistance des ponts sous le passage de convois périodiques, notamment de ceux qui ont été prévus par le règlement du 29 août 1891.

2° Sciences physiques. — M. **A. Leduc** présente le résultat de ses recherches sur la compressibilité de quelques gaz à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique. — M. **Alphonse Berget** fait connaître une méthode ayant pour objet d'enregistrer photographiquement, c'est-à-dire avec élimination de toute erreur personnelle, la dilatation des liquides en général et de l'eau en particulier, en chargeant le phénomène lui-même de sa propre représentation sous forme d'une courbe ayant les températures pour abscisses et les volumes du liquide pour ordonnées. — M. **H. Le Chatelier**, en poursuivant ses études sur la fusibilité et la solubilité, a rencontré un groupe de sels qui ne rentrent dans aucune des trois grandes classes qu'il a précédemment caractérisées : ce sont les mélanges de sulfates alcalins avec les sulfates alcalino-terreux et métalliques. Lorsqu'on ajoute un de ces derniers au sulfate de soude, le point de fusion s'élève d'abord jusqu'à un maxima, contrairement à la loi générale, puis la courbe redevient normale. Ce fait s'explique en admettant que le sulfate de soude est isomorphe avec quelques-uns des sels doubles qu'il forme, fait qui a été vérifié. — M. **Aimé Girard** a analysé les fruits du *Phœnix melanocarpa*, palmier dattier qu'on trouve sur le littoral méditerranéen. La pulpe doit son extrême douceur à la présence d'une grande quantité de matière sucrée (constituée entièrement par du lévulose), à sa richesse en pectine et à l'absence d'acides et de tanins. — M. **G Blanc** a étudié l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique en présence d'un corps inerte, le chloroforme. Il a obtenu un acide $C^9H^{14}O^2$, de formule probable :



et dont il étudie les sels et les éthers. — MM. **Eug. Charabot** et **G. Chiris** signalent la présence d'un acide dans l'eau de rose; ce fait vient confirmer la découverte d'un éther dans l'essence de rose indiqué récemment par MM. Dupont et Guerlain. — M. **Hanriot** a recherché comment les réserves de graisse de l'organisme sont dissoutes dans le sang pour servir ensuite aux besoins de l'organisme. Il attribue cette solubilisation à un ferment, la *lipase*, qui existe dans le sérum. — M. **E. Fleurent** montre qu'une farine fournit un pain d'autant meilleur au point de vue de son développement et, par conséquent, de sa facile digestion, que son gluten se rapprochera plus de la composition centésimale suivante : gluténine, 25, gliadine, 75. Dès qu'on s'écarte un peu de cette proportion, le pain présente des différences qu'un expert peut facilement apprécier.

3° Sciences naturelles. — M. **Paul Vuillemin** montre que le parasite qui produit la lèpre de la betterave, et rattaché par M. Saccardo aux Ustilaginées, est une espèce de Chytridinée anciennement connue sous le nom de *Chladochytrium pulposum* Fischer. — M. **Willot** adresse une note relative à la destruction de l'*Heterodera Schachtii* et autres animaux nuisibles dans la culture de la betterave. — M. **E. Roze** continue ses études sur la gale de la pomme de terre. Il a observé que la maladie se répand très rapidement au moyen des lombrics. Le *Micrococcus pellucidus*, agent principal de la maladie, se trouve souvent associé au *Bacterium Bolleyi* et à l'*Oospora Scabies*. — M. **A. Carnot** explique le mode de formation des gisements sédimentaires de phosphate de chaux. Les phosphorites de France et d'Algérie ont été déposées, hors de la portée des eaux marines, par des eaux douces qui avaient dissous des phosphates primitivement presque exempts de fluor, tandis que les phosphates de la Floride sont dus au remaniement par les eaux de la mer d'amas d'excréments et de débris animaux de toutes sortes. Les vagues ont entraîné ces débris vers les dépressions du sol. Les eaux salines, en s'évaporant à leur contact, devaient s'enrichir en phosphate et en fluorure du calcium et, pénétrant dans les fissures du sol, y former les dépôts concrétionnés qui constituent les phosphates en roche. — M. **A. Lacroix** montre que, dans les Pyrénées, des zéolithes se forment actuellement par décomposition sur place de roches à feldspaths basiques et à dipyre : cette décomposition est le résultat de l'action de l'eau presque pure, à une température variant de 0° à 15°. — M. **J. Thoulet** envoie une note sur le tassement des argiles. — M. **Lemoine** a appliqué la photographie par les rayons X à la Paléontologie et a obtenu des radiographies de fossiles qui montrent très distinctement la disposition des cloisons internes.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Novembre 1896.

M. **Ferrand** lit le rapport sur le concours pour le prix Lefèvre. — M. **A. Robin** lit le rapport sur le concours pour le prix Orfila. — M. **Motet** lit le rapport sur le concours pour le prix Falret. — M. **Cornil** étudie la structure de l'exsudat fibrineux de la pleurésie aseptique ; il montre que l'exsudat fibrineux, disposé en couches plus ou moins épaisses, est toujours traversé par de nombreuses et grandes cellules provenant de l'endothélium ou des cellules plasmatiques. — M. **Lereboullet** signale, au sujet de la récente communication de M. Dieulafoy, de nombreux cas de perforation intestinale dans la fièvre typhoïde avec *élévation* de température. Les cas où il y a hypothermie sont plus graves que les autres, et cet abaissement de température sera souvent une contre-indication opératoire. — M. **Ch. Monod** cite aussi un cas de perforation typhoïde avec élévation de température; malgré l'opération, le malade mourut. — M. le Dr **Bloch** lit un mémoire sur le sang du congénère dans la tuberculose acquise.

Séance du 10 Novembre 1896.

M. **Simon Duplay** analyse un mémoire de M. **Crivelli** (de Melbourne) relatif à un cas de péri-arthrite coxo-fémorale (ostéite épiphysaire de l'extrémité supérieure du fémur); cette maladie simulait la coxalgie, et fut diagnostiquée comme telle par d'autres chirurgiens. M. Crivelli a obtenu la guérison par le repos et les douches sur la hanche. — M. **Lereboullet** lit le rapport du concours pour le prix Vernois. — M. **Cornil** lit le rapport du concours pour le prix Portal. — M. **Moncorvo** (de Rio-de-Janeiro) a étudié l'emploi, dans la thérapeutique infantile, d'un nouveau médicament, l'analgène (ortho-éthoxyana mono-

benzoylamidoquinoline) ; il a une bonne action analgésique et antipyrétique et il est très bien toléré. — M. **Hanriot** établit que la solubilisation des graisses dans l'organisme a lieu par l'intermédiaire d'un ferment soluble qu'il appelle *lipase* et qui se trouve principalement dans le sérum, le pancréas et le foie.

Séance du 17 Novembre 1896.

La séance est presque entièrement consacrée à la lecture des rapports sur les prix que décerne l'Académie. M. **Brouardel** lit le rapport sur le prix Herpin, M. **Chauveau** celui du prix Pourat, M. **Grancher** celui de la fondation Monbinne, M. **Magnan** celui du prix Boullard, M. **Strauss** celui du prix Alvarenga. — M. **Cadiot** communique ensuite un mémoire intitulé : Contribution à l'étude de la tuberculose des petits animaux. — M. le Dr **Reynier** lit un travail sur les accidents de la chloroformisation.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Novembre 1896.

MM. **Charrin** et **Appert** ont constaté, par la méthode de Widal, que le sang et les humeurs d'un fœtus provenant d'une mère atteinte de fièvre typhoïde ne renferment pas le bacille d'Eberth ou ses produits ; le placenta, au contraire, donne la réaction agglutinante : c'est lui qui sert de filtre et retient les bacilles et leurs toxines. — MM. **Hallion** et **Comte** ont constaté, contrairement à l'opinion classique, que pendant l'effort la presssion artérielle diminue, tandis que la pression veineuse s'accroît ; cela provient de ce que les tracés sphygmographiques sont généralement mal interprétés. — M. **Dastre** propose d'appeler *thrombase* le ferment soluble du sang ; il montre que ce ferment agit beaucoup plus rapidement en milieu acide qu'en milieu alcalin. — M. **Bourquelot** trouve que le nom de plasmase conviendrait mieux à ce ferment. — M. **Floresco** adresse une note sur le pouvoir zymotique comparatif du pancréas de divers animaux, au point de vue de la digestion de la gélatine. — MM. **Lemoine** et **Rémy** ont appliqué la radiographie à l'étude des fossiles du terrain calcaire de Reims et ont obtenu d'intéressants résultats. — M. **M. Bloch** présente un nouvel instrument, le *pneumoscope*, destiné à l'étude de la respiration normale et pathologique. — M. **Bourquelot** a observé l'action des ferments des champignons sur les phénols ; il se produit une oxydation qui aboutit, souvent, à la formation de composés colorés caractéristiques. — M. **Debray** adresse une note qui conclut à la non-existence des bactéries de la canne à sucre décrites récemment. — M **Louis Léger** décrit une formation parasitaire de l'oursin, qui se compose de grégarines enkystées et de phagocytes morts. — M. **Thierry** (de Nancy) envoie une note sur une bactérie chromogène produisant, selon les circonstances, des couleurs variées. — M. **Guyesse** envoie une note sur le muscle trachéal et les muscles de Reissessen. — M. **Féré** montre qu'il existe un rapport entre la durée de l'incubation et le volume des œufs. — M. **Ramon** présente un milieu de culture qui jouit de la propriété de virer au rouge sous l'influence du colibacille.

Séance du 14 Novembre 1896.

M. **H. Roger** a remarqué que, si on injecte à des lapins par voie intraveineuse une grande quantité d'eau salée, ils résistent mieux que des témoins aux injections sous-cutanées de sulfate de strychnine ; par contre, ils succombent avant les témoins si l'injection de strychnine a lieu par les veines. — M. **G. Marinesco** a étudié les phénomènes de réparation progressive qui se produisent après la section d'un nerf. — M. **Bonnier** étudie le sens latéral des poissons et montre que les organes latéraux permettent à l'animal de percevoir et d'orienter les ébranlements du milieu. — M. **Boucheron** a traité avec succès une dacryocystite purulente rebelle par le sérum antistreptococcique de Marmorek ; il recommande l'emploi de ce sérum, à titre préventif et curatif, dans les streptococcies locales des organes oculaires. — MM. **Paviot** et **Gallois** établissent la complète identité de la maladie connue sous le nom de « chloroma d'Aran » ou « cancer vert » avec la variété grave et mortelle des tumeurs lymphoïdes symétriques des orbites. — M. **Féré** rapporte un cas de dysgraphie émotionnelle (variété de la crampe des écrivains). — M. **Maurel** (de Toulouse) envoie une note sur l'action de l'eau distillée, injectée au lapin par voie intraveineuse ou hypodermique, et sur les modifications des éléments figurés du sang qui en résultent. — M. **Hérissey** communique ses recherches relatives à l'action du chloroforme sur la maltase de l'Aspergillus niger ; contrairement à ce qui se passe pour la maltase de la levure de bière, l'action du chloroforme est complètement nulle.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 Octobre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Kapteyn** : Sur la construction d'une courbe de troisième classe, déterminée par ses trois foyers réels A_1, A_2, A_3, son point satellite S et une tangente t. Soient

$$\alpha_i,\ \beta_i\ (i = 1, 2, 3$$

les coordonnées des foyers, (p, q) celles du point S. Alors

$$(u\alpha_1 + v\beta_1 + w_1)\,(u\alpha_2 + v\beta_2 + w_2)\,(u\alpha_3 + v\beta_3 + w_3) = \\ = \lambda\,(u^2 + v^2)\,(up + vq + w)$$

est l'équation tangentielle de la courbe. En représentant sa podaire :

$$[(x-\alpha_1)(x-\alpha_2) + (y-\alpha_1)(y-\alpha_2)]\,[(x-\alpha_1)(x-\alpha_3) \\ + (y-\alpha_1)(y-\alpha_3)] = \lambda\,[(x-\alpha_1)(x-p) + (y-\alpha_1)(y-q)]$$

par rapport à A, par $UV = AW$, on voit qu'elle s'obtient en cherchant les points de rencontre des cercles homologues des faisceaux :

$$U = k\lambda,\quad W = kV\ (k \text{ variable}),$$

dont la construction est facile. La construction de la podaire achevée, celle de la courbe de troisième classe ne présente plus de difficultés. On obtient les asymptotes en cherchant les points de contact des tangentes de la podaire qui passent par A_1. Les tangentes t_2, t_3, t, menées aux cercles fixes, décrits sur A_1A_2, A_1A_3, A_1D comme diamètres, par un point quelconque de la podaire, satisfont, quant à leurs longueurs, à la relation :

$$t_2^2\ t_3^2 = \lambda t^2.$$

La podaire est une courbe bicirculaire dont les foyers doubles sont les milieux des côtés A_1A_2 et A_1A_3 du triangle $A_1A_2A_3$, etc. — M. J. de Vries présente un travail de M. L. **Gegenbauer** (Vienne) : Deux théorèmes généraux sur des chaînes de Sturm. Si la fonction entière $f_n(x)$ satisfait à l'équation :

$$f_n(x) + (a_n x + b_n)\,f_{n-1}(x) + c_n\,f_{n-2}(x) = 0$$

et si sa dérivée $f'_n(x)$ satisfait à une équation semblable :

$$f'_n(x) = (\alpha\ x + \beta_n)\,f'_{n-1}(x) + \gamma_n\,f'_{n-2}(x) = 0,$$

les fonctions

$$f_n(x),\ f'_n(x),\ f'_{n-1}(x),\ f'_{n-2}(x),\ \ldots$$

forment une série de fonctions de Sturm à certains facteurs numériques près. Et avec la même restriction une seconde série de fonctions de Sturm est formée par :

$$f_n(x),\ f_{n-1}(x),\ f_{n-2}(x),\ \ldots$$

pourvu que les racines d'une fonction quadratique

déterminée se trouvent en dehors de l'intervalle qui comprend les racines de $f_n(x)$. Ces théorèmes généraux contiennent comme cas particuliers des résultats de M. J. de Vries (*Revue gén. des Sc.*, t. VI, p. 1067).

2° Sciences physiques. — **M. J. D. van der Waals** s'occupe de la quantité b qui figure dans l'équation fondamentale :

$$\left(p + \frac{b}{v^2}\right)(v - \nu) = \text{constante}.$$

D'après les recherches de MM. Korteweg et Lorentz, elle représente quatre fois le volume des molécules dans le cas d'un volume v très grand. De quelle manière ce facteur (quatre) dépend du volume est un problème qui n'a pas été examiné. D'abord Clausius semble avoir trouvé le facteur huit; plus tard il le remplace par $2\frac{1}{2}$. Clausius réduit le mouvement d'une molécule à celui d'un point matériel en assignant à toutes les autres molécules une sphère d'action concentrique d'un rayon de la double longueur; alors il s'agit du mouvement d'un point matériel dans un espace diminué de huit fois le volume total des molécules. D'après des recherches antérieures, on obtient une valeur deux fois trop grande par la supposition que ces molécules, huit fois plus grandes, sont en repos; donc, après le calcul, il faut prendre la moitié du coefficient trouvé. Cela posé, l'auteur déduit une première valeur approchée :

$$b = b\infty\left(1 - \frac{17}{32}\frac{b\infty}{V}\right)$$

de la quantité en question, en ayant égard aux secteurs sphériques communs des sphères d'action de deux molécules très voisines l'une de l'autre. Il prévoit une deuxième valeur approchée de la forme :

$$b = b\infty\left[1 - \frac{17}{32}\frac{b\infty}{V} + \varepsilon_1\left(\frac{b\infty}{V}\right)^2 - \text{etc.}\right]$$

en tenant compte de l'intersection de trois sphères d'action et fait appel aux géomètres pour l'évaluation de la constante ε_1. — **H. A. Lorentz** : Sur un théorème général relatif au mouvement d'un fluide visqueux. Soient τ, un espace limité par la surface fermée σ et entièrement rempli du fluide, α, β, γ les angles entre OX, OY, OZ et la normale extérieure n de la surface, ρ la densité, μ le coefficient de viscosité, M et M' deux états différents de mouvement. Soient pour le premier de ces états u, v, w les composantes de la vitesse, $Xd\tau$, $Yd\tau$, $Zd\tau$ celles de la force extérieure agissant sur l'élément $d\tau$, $X_n d\sigma$, $Y_n d\sigma$, $Z_n d\sigma$ celles de la force exercée sur l'élément $d\sigma$ soit par un corps étranger avec lequel le fluide est en contact, soit par le fluide qui se trouve à l'extérieur de sa surface. Désignons par u', v', w', $X'd\tau$, etc., les quantités analogues pour l'état M'. Alors on a un théorème figuré par une équation compliquée qui, si l'on fait abstraction des mouvements stationnaires et infiniment petits et qu'on suppose nulles les forces X, Y, Z, X', etc., se réduit à

$$\int(u'X_n + v'Y_n + w'Z_n)\,d\sigma = \int(uX'_n + vY'_n + wZ'_n)\,d\sigma,$$

formule qui peut servir à déterminer, pour un point quelconque P de l'espace considéré, les vitesses u_p, v_p, w_p en fonction des quantités qui se rapportent à la surface σ. A cet effet on exclut du champ d'intégration une sphère infiniment petite décrite autour de P et l'on prend pour M' le mouvement bien connu qui s'établit dans un fluide illimité si l'on impose les conditions $u' = v' = w' = 0$ à l'infini et $u' =$ constante, $v' = w' = 0$ à la surface de la sphère. Le résultat s'exprime par la formule :

$$u_p = \frac{3}{4\pi}\int\frac{x}{r^5}(ux + vy + wz)(x\cos\alpha + y\cos\beta + z\cos\gamma)\,d\sigma +$$

$$+ \frac{1}{8\pi\mu}\int\left[\left(\frac{x^2}{r^3} + \frac{1}{r}\right)X_n + \frac{xy}{r^3}Y_n + \frac{xz}{r^3}Z_n\right]d\sigma.$$

Dans cette équation, x, y, z représentent les coordonnées par rapport au point P comme origine et r la distance à ce même point. Ce résultat permet de résoudre le problème suivant : Un liquide remplit la moitié de l'espace située du côté positif du plan YOZ, ce plan coïncidant avec une paroi fixe le long de laquelle le fluide ne peut pas glisser. De quelle manière un mouvement stationnaire donné sera-t-il « réfléchi » par ce plan? L'auteur donne la solution demandée. L'auteur considère encore le cas où un corps solide se trouve à l'intérieur de la surface σ, ce corps étant en repos ou bien animé d'un mouvement donné compatible avec un état stationnaire du liquide. — **M. H. Kamerlingh Onnes** présente deux communications, l'une de la part de M. J. Verschaffelt, l'autre de la part de M. P. Zeeman. — **M. J. Verschaffelt** s'occupe de l'ascension capillaire entre deux tubes cylindriques coaxiaux. Dans une note précédente (*Rev. gén. des Sc.*, t. 7, p. 892), l'auteur a calculé approximativement l'ascension de l'acide carbonique liquide en admettant que la section méridienne du ménisque est une ellipse. Maintenant cette hypothèse a été soumise à une vérification expérimentale à l'aide de chlorure de méthyle liquide; l'accord entre les résultats du calcul et ceux de l'expérience est satisfaisant. — **M. P. Zeeman** traite de l'influence d'un champ magnétique sur la nature de la lumière émise par une substance. Son travail a été exécuté au laboratoire de physique de l'Université de Leyde. Entre autres l'expérience suivante a été faite : un tube de porcelaine, dans lequel on a introduit un morceau de sodium, est placé entre les pôles d'un électro-aimant de Ruhmkorff. Le tube est fermé par des plaques de verre à faces parallèles et dressé devant une fente. On chauffe le tube. Au moyen de la lumière d'une lampe à arc électrique et d'un réseau de Rowland, on peut examiner les deux raies renversées D du sodium. En excitant l'électro-aimant les lignes sombres s'élargissent spontanément. D'autres expériences non terminées encore doivent décider s'il y a là une action spécifique du magnétisme. — **M. S. Hoogewerff** lit une biographie de feu M. A. C. Oudemans. — **M. A.-P.-N. Franchimont** : Sur le point de fusion de matières organiques. L'auteur fixe l'attention sur le changement de la température de fusion causé par le remplacement d'atomes d'hydrogène liés au carbone par d'autres éléments et groupes d'éléments. Ainsi le remplacement de l'hydrogène par OH, par O, par AzH_2 et par Az, fait ordinairement monter le point de fusion; au contraire le remplacement de l'hydrogène par Cl et par CH_3 cause un abaissement de ce point, etc. — **M. J. van Bemmelen** communique l'analyse d'un os fossile (tibia) d'un éléphant (*Stegodon*) trouvé par M. Eug. Dubois dans la même localité et dans la même couche où il a découvert les restes du *Pithecanthropos erectus* (Dubois). Selon M. Dubois cette couche appartient à la formation pliocène récente. La teneur en fluor fut trouvée égale à 1,69 °/₀, en acide phosphorique à 35,43 °/₀. Quand le rapport $\frac{1,69}{35,43}$ est exprimé selon M. Carnot en une unité dérivée du même rapport chez l'apatite :

$$\left(\frac{3,77}{42,26} = 0,0892\right)$$

il en résulte :

$$\frac{1,69}{35,43} : 0,0892 = 0,535.$$

Ce nombre s'accorde à peu près avec le nombre 0,58 trouvé par M. Carnot pour les os fossiles du pliocène, tandis que les os fossiles des terrains tertiaires plus anciens lui donnaient un résultat entre 0,65 et 0,70 et ceux des terrains quaternaires le nombre 0,35. Ensuite

M. van Bemmelen s'occupe de l'absorption des acides et des sels alcalins en solution aqueuse par des substances colloïdes (hydrogels). Dans des publications antérieures il avait prétendu que le coefficient de partage, au lieu d'être constant, est fonction de la concentration finale. Dans les derniers temps le contraire a été maintenu. Il donne deux nouvelles séries d'expériences sur l'absorption de l'acide chlorhydrique et du chlorure de potasse en solution aqueuse par l'acide métastannique à la température de 15°. Il en résulte que l'équilibre, obtenu dans des solutions de diverses concentrations finales, dépend de cette concentration, de manière que le quotient de la concentration du colloïde par la concentration de la solution n'est pas une constante, mais une fonction de la concentration elle-même.

3° Sciences naturelles. — M. Weber a tiré les conclusions suivantes du poids absolu et relatif du cerveau de 255 mammifères dont la liste a paru dans le *Festschrift für Gegenbaur* II, Leipzig, 1896 : 1° Le poids absolu du cerveau humain n'est surpassé que par celui de l'éléphant et des grands cétacés. 2° La moyenne du poids relatif du cerveau de l'Européen n'est au contraire surpassée que par de petits mammifères, remarquables en outre par leur poids relatif très élevé. Il n'y a que les petits singes de l'Amérique du Sud qui se rangent dans cette catégorie. 3° En comparant de petits et de grands mammifères, il devient évident que le poids de l'encéphale n'augmente pas en proportion du corps. 4° Ordinairement, dans un ordre naturel des Mammifères, le poids relatif de l'encéphale diminue quand le poids du corps augmente. L'énoncé connu de Cuvier « que, toutes choses égales, les petits animaux ont en proportion le cerveau plus grand », n'est donc vrai que pour les petits mammifères comparés aux grands mammifères du même ordre naturel. 5° Pendant la croissance de l'individu le poids relatif du cerveau diminue, jusqu'à ce que le maximum de croissance ait été atteint. Cette diminution n'est pas constante, la croissance de l'encéphale étant terminée plus vite que l'augmentation du poids du corps. Un *Hippopotamus amphibius* âgé de 38 ans environ et ne pesant plus que 1755 kilogrammes, ayant beaucoup maigri, avait un encéphale de 582 grammes. Le poids relatif du cerveau ne monte donc qu'à $\frac{1}{3105}$. C'est le poids relatif le plus bas qu'on connaisse avec certitude, celui de l'éléphant s'élevant à $\frac{1}{560}$ et les chiffres inférieurs des grands cétacés reposant sur évaluation grossière. M. Weber signale le parallèle qui existe entre le développement individuel et historique du cerveau. L'enfant naît avec toutes les parties inférieures du cerveau bien développées. Ensuite se développent d'abord les centres des sens et plus tard les centres d'association ou psychiques proprement dits. Une même voie est suivie par le développement phylogénétique du cerveau. L'encéphale des mammifères tertiaires est encore petit. La faculté de développer leur cerveau manque à un certain nombre d'entre eux, et c'est là une des raisons principales de ce qu'ils se sont éteints. D'autres bien doués de cette faculté, à l'aide de ce caractère adaptif, ont survécu dans la lutte pour l'existence. L'Hippopotame n'a pas participé à ce développement progressif du cerveau; son cerveau a conservé un caractère tertiaire. Mais il existe encore, grâce à la protection de la vie aquatique. — M. Th. W. Engelmann, ayant observé que souvent des troubles, produits dans le rythme normal des orifices veineux du cœur par des excitations artificielles, ne sont pas suivis de troubles correspondants dans l'action du ventricule, explique ce fait de régulation automatique par l'influence de la systole sur la production des excitations spontanées (effet chronotrope) et surtout sur la vitesse de propagation de l'onde musculaire (effet dromotrope), qu'il a décrites dans les communications faites à l'Académie le 23 novembre 1895 et le 27 juin 1896. (Voir aussi *Archives Nécrol.*, t. 30, p. 185-212, et *Pflügers Archiv.*, t. 62, pp. 543-566 et t. 65, p. 145, etc.)

P. H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 22 Octobre 1896 (suite).

2° Sciences physiques. — M. Fritz Hasenœhrl : Sur la considération d'un polycycle mécanique par analogie avec les effets d'induction de plusieurs courants circulaires. — M. Gustav Jager : Sur la théorie des gaz. — M. Friedrich Wachter : Sur les limites de la vision stéréoscopique. — M. A. Franke, en faisant agir la soude alcoolique sur l'isobutyraldéhyde à la température ordinaire ou un peu plus haut, a obtenu les mêmes produits qu'avec la potasse alcoolique, ce qui est en contradiction avec les travaux de M. Urbain. A basse température, on obtient le corps signalé par Brauchbar et Urbain, c'est-à-dire l'aldol de l'aldéhyde isobutyrique. — M. Ad. Jolles indique une méthode quantitative pour la détermination du fer dans le sang

3° Sciences naturelles. — M. Fr. Klapalek donne la description des organes sexuels des Plécoptères et s'attache particulièrement à la morphogolie des appendices génitaux. — M. Th. Pintner présente des observations sur une larve de *Tetrarynchus* vivant dans l'estomac de l'*Heptancus*. Il signale également quelques particularités des organes excréteurs des Cestodes.

Séance du 5 Novembre.

1° Sciences mathématiques. — M. F. Mertens : Sur la transcendance des nombres e et π. — M. R. Daublebsky von Sterneck : Sur la production additive des nombres entiers. — M. Carl Hillebrand étudie l'influence de l'élasticité sur les mouvements du pôle de la terre. L'auteur se demande quelles modifications interviendraient dans le mouvement du pôle à la surface de la terre, si l'on abandonne l'idée de la rigidité de la terre et si l'on suppose celle-ci soumise à des déformations élastiques. Si aucune force extérieure n'intervient, ces déformations n'engendrent que de petites périodes d'une fraction de jour dans le mouvement du pôle. S'il existe des forces perturbatrices extérieures, il se produit des périodes dont la durée est égale à une partie aliquote du temps de révolution du corps perturbateur, c'est-à-dire des périodes dont l'amplitude est d'un degré plus élevé que celui de la « période eulérienne », qui reste ainsi le facteur principal du mouvement du pôle. Ce n'est que lorsque les différences des moments d'inertie sont de l'ordre de grandeur des déformations, qu'un facteur séculaire peut intervenir. En résumé, la considération des déformations élastiques n'explique pas, comme on avait été tenté de le croire, le mouvement du pôle.

2° Sciences physiques. — M. L. Boltzmann : Sur les méthodes de la physique théorique. — M. J. Mandl : Représentation de l'éclairement visible des surfaces courbes. — M. K. Kellner envoie un pli cacheté portant la mention : Preuve expérimentale de la transmutation des éléments.

3° Sciences naturelles. — M. A. Nalepa : Contribution à l'étude des Phyllocoptinées. — M. V. Uhlig entretient l'Académie de son voyage dans les Karpathes orientales. Ses observations confirment l'hypothèse que les noyaux montagneux des Carpathes orientales sont la continuation de la ligne tectonique de la zone méridionale des Klippe, ligne qui se poursuit jusqu'aux plaines de la Valachie. Ces masses rocheuses jurassiques et néocomiennes sont entourées, en discordance, des conglomérats, de la molasse et des schistes marneux de la craie supérieure.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

Isidore Straus. — Le monde savant a été, la semaine dernière, douloureusement ému en apprenant la mort, presque subite, du Dr Straus, professeur de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine de Paris.

Straus était à peine âgé de cinquante-deux ans. Il laisse inachevée une œuvre considérable. Originaire du Bas-Rhin, il avait fait ses études médicales à Strasbourg, et, sous la direction de Küss et de Morel, s'était pris de passion pour l'Histologie. Alors que cette science, rénovée et vivifiée par un recours constant à la Physiologie et à l'observation pathologique, était peu représentée sous cette forme dans notre pays, il eut, tout jeune, le mérite de contribuer puissamment à l'y implanter. Il traduisit la *Pathologie cellulaire* de Virchow, et publia, en tête de l'édition française, une Introduction de tout premier ordre. Cette page fit sensation et appela sur le jeune disciple de Küss et de Morel l'attention du monde médical instruit.

Straus mit à profit, pendant toute sa carrière, si inopinément interrompue, le savoir profond qu'il avait acquis, en Anatomie cellulaire, dans la familiarité de ses maîtres et de son ami, M. Mathias Duval. Quand le génie de Pasteur eut créé la Microbie, Straus rendit un inestimable service à la science en adjoignant aux méthodes de la Bactériologie celles de l'Histologie pour éclairer les études de Pathologie infectieuse.

Successeur de Vulpian à la Faculté, il avait organisé son laboratoire tout spécialement en vue de cet ordre de recherches. D'importants travaux, dus au Maître et à ses élèves, en sont sortis.

Ses études personnelles les plus remarquables se rapportent au Choléra, au Charbon, et surtout à l'Inflammation et à la Tuberculose. L'ardeur avec laquelle il s'y livrait l'absorbait entièrement. La mort de ce savant, aussi modeste que laborieux, est une perte cruelle pour notre pays. L. O.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

La traction mécanique à Paris. — Dans la séance du 2 décembre de la *Société des Electriciens*, un intéressant exposé a été fait de la traction mécanique à Paris. M. Hillairet, secrétaire général de la Société, a montré que les modes actuels de transport dans Paris sont tout à fait insuffisants. On compte, en effet, en moyenne par an à Paris 290 millions de voyageurs, alors qu'il n'y a que 300 millions de places offertes. Il en résulte qu'à certaines heures un grand nombre de voyageurs ne trouvent pas de place. Il importe de remédier au plus tôt à cet état de choses. On peut le faire par un chemin de fer métropolitain et par un réseau développé de tramways.

Le métropolitain est actuellement à l'étude. Pour le réseau de tramways, il existe plusieurs modes de traction, soit par locomotives à vapeur avec foyer, locomotives à vapeur surchauffée sans foyer, par l'air comprimé, par le gaz et par l'électricité. M. Hillairet, discutant les avantages et inconvénients de chacun de ces systèmes, insiste particulièrement sur la traction électrique. Examinant les tramways à trolley, il montre tous leurs avantages au point de vue de la simplicité, mais sans dissimuler les inconvénients qu'ils peuvent présenter dans une grande ville, où il est nécessaire de prendre de grandes précautions. Passant ensuite en revue les tramways à contact sur le sol, il signale les résultats intéressants obtenus jusqu'à ce jour par le tramway Claret-Vuilleumier que la *Revue* a été la première à décrire [1]. Les tramways à caniveau exigent de grandes dépenses, que l'on peut comparer aux dépenses nécessitées par les tramways funiculaires: il faudrait compter à Paris sur une dépense d'environ 4 à 500 000 francs par kilomètre. Or la dépense n'est rien si le capital engagé peut être rémunéré dans des conditions satisfaisantes : les tramways à contact à fleur du sol ou à caniveau souterrain peuvent fonctionner, même si l'isolement de la ligne n'atteint pas des valeurs très élevées. En terminant, M. Hillairet a fait remarquer que les lignes de tramways à accumulateurs, dont la première application est due à M. Sarcia, ont fonctionné jusqu'ici très bien dans Paris depuis 1892.

[1] Voyez la *Revue générale des Sciences* du 15 Avril 1896.

§ 3. — Chimie.

L'industrie des terres rares. — Il y a quelques années encore, les oxydes de thorium, yttrium, cerium, lanthane, didyme, etc., et même les minéraux dont ils ne constituent qu'une faible partie (thorite, orangite, æschynite, susénite, fergusonite, monazite, etc.), étaient considérés comme de véritables raretés : il ne semblait pas qu'ils pussent faire un jour l'objet d'une industrie quelconque.

Le premier, Auer les utilisa à la composition du manchon de son bec, et le succès avec lequel l'éclairage par incandescence fut accueilli eut pour conséquence une demande considérable de terres rares. L'oxyde de thorium étant le principal constituant du manchon d'Auer, on rechercha d'abord les minéraux qui renferment ce corps dans la plus forte proportion : orangite (60 à 70 %) thorite (45 à 50 %), æschynite (10 %). Ces minéraux se trouvent presque exclusivement sur quelques points de la côte sud de la Norvège. Le haut prix auquel on les paya d'abord (500 fr. le kilogramme d'orangite) provoqua une exploitation intensive ; on dépouilla même des collections minéralogiques. Le résultat de cette suractivité ne se fit pas attendre : au bout de deux ans à peine, les gisements de Norvège étaient épuisés.

On dut alors se rejeter sur une matière première moins riche en thorium : la monazite, qui se trouve en assez grande quantité dans les roches primaires de quelques pays (Norvège, Sibérie, Carolines du Nord et du Sud, Brésil). Par l'action des eaux, ces roches s'effritent petit à petit et la monazite se retrouve dans le sable des rivières, d'où on l'extrait. C'est ainsi que, dans les environs de Bahia, on envoie en Europe des navires portant des chargements de plusieurs centaines de tonnes de sable à 80 % de monazite.

En réalité, la monazite est un phosphate triple de cérium, lanthane et didyme, renfermant des quantités variables de silicate de thorium. De la monazite brésilienne on peut extraire jusqu'à 7,6 % d'oxyde de thorium, mais en général il ne faut pas compter sur plus de 2,5 à 3,5 % pour les minéraux de qualité ordinaire et de 4 à 6,5 % pour les bonnes qualités.

L'extraction de l'oxyde de thorium laisse donc une quantité très forte de produits accessoires ; l'acide phosphorique trouve facilement son emploi, mais, d'autre part, cette question se pose : Les *terres rares* qui accompagnent le thorium, mais qui ne méritent plus cette qualification vu l'importance des gisements actuels de monazite, ne peuvent-elles trouver d'emploi dans l'industrie? Les premiers essais dans cette voie viennent d'être tentés, au Laboratoire de l'Ecole technique supérieure de Charlottenburg-Berlin, par M. O. N. Witt (*Chemische Industrie* et aussi *Stahl und Eisen*).

Le cérium est susceptible de trouver des débouchés variés, à cause de sa propriété de s'oxyder à des degrés différents et, en outre, parce que, de tous les éléments rares, c'est lui qui réagit le plus énergiquement. En particulier, son application à la fabrication du verre a donné lieu à d'heureux résultats. Fondu avec le verre dans la proportion de 1 %, il lui donne une magnifique couleur jaune, qui passe au brun pour de plus fortes proportions de cérium ; la couleur est très résistante au feu. Ce verre brisé et pilé sera la base, pour la peinture, d'une couleur des plus fines. En céramique, le cérium n'a donné que des déceptions, qui doivent être attribuées à ce qu'il se combine avec la silice des porcelaines pour former un silicate incolore.

Par contre, les expériences relatives à la teinture des textiles ont abouti à de grands succès. Les sels de cérium se sont montrés d'excellents mordants pour les matières colorantes du groupe de l'alizarine et ils facilitent d'autre part la formation des couleurs à la vapeur.

Ces essais sont donc des plus encourageants ; continués pour les autres métaux rares et dirigés également en vue d'autres applications, particulièrement à la métallurgie, ils conduiront certainement à des résultats importants pour l'avenir de l'industrie des terres rares.

Conférence de M. G. Bertrand sur une nouvelle classe de ferments solubles : les oxydases. — Depuis 1833, époque à laquelle Payen et Persoz sont parvenus à isoler la diastase, le nombre des ferments solubles s'est beaucoup accru ; on en connaît aujourd'hui une vingtaine.

Leurs propriétés rappellent, à la fois, celles de la matière brute, car ils sont solubles dans l'eau et insensibles à l'action des antiseptiques, et celles des corps organisés, car ils sont détruits par une faible élévation de température, et peuvent, comme les ferments figurés, exercer leur action sur une quantité de substance considérable eu égard à leur propre poids.

Le caractère singulier des ferments solubles — d'autant plus mystérieux qu'aucun d'eux n'a été isolé à l'état de pureté et que, par suite, les résultats d'analyse manquent de concordance — est bien fait pour attirer l'attention des expérimentateurs, biologistes et chimistes. Parmi les travaux remarquables exécutés dans ces dernières années sur ce sujet, les plus importants sont ceux de M. G. Bertrand, non pas seulement parce qu'il a augmenté le nombre des ferments solubles, mais surtout parce que ceux qu'il a étudiés ont une fonction nouvelle.

Les diastases connues avant 1893 agissent par hydrolyse, c'est-à-dire par fixation d'eau sur certains groupes de corps organiques ; la laccase et la tyrosinase étudiées par M. G. Bertrand sont des ferments oxydants : des oxydases.

M. G. Bertrand a développé ses recherches sur cette nouvelle classe de ferments, devant la Société Chimique, dans sa conférence du 5 décembre. C'est cette conférence que nous résumons ici.

On retire, depuis longtemps, en Chine et au Tonkin, par incision de l'arbre à laque, un latex de couleur crème qui, laissé à l'air, brunit et noircit rapidement. Ce latex, à cause de la belle coloration noire qu'il peut acquérir, est l'objet d'une exploitation très développée.

En étudiant l'altération du suc laiteux de l'arbre à laque, un chimiste japonais Hikorokuro Yoshida l'explique en admettant l'existence d'un ferment oxydant. M. G. Bertrand, sans connaître ce travail, arriva, à la suite de ses recherches personnelles, à la même supposition, et parvint en 1893 à isoler le ferment nouveau, la laccase.

Par traitement au moyen de l'alcool, le latex peut être séparé en deux parties : la première, soluble dans l'alcool, renferme un corps voisin des phénols par ses propriétés, mais très difficile à étudier à cause de la rubéfaction intense qu'il produit sur la peau au moindre contact : c'est le laccol ; l'autre, insoluble dans l'alcool, à apparence gommeuse, donne de l'acide mucique par l'action de l'acide azotique et se dédouble en galactose et arabinose par hydrolyse ; c'est dans cette gomme que se trouve le principe ferment, la laccase.

Après avoir ainsi séparé le laccol de la laccase, M. G. Bertrand constata les faits suivants : 1° le laccol, seul, ne se colore pas au contact de l'air ; 2° un mélange de laccol et de laccase, à l'abri de l'air, reste indéfiniment blanc ; 3° la présence de l'eau est nécessaire pour que l'action de la laccase puisse s'exercer ; 4° l'activité de la laccase est détruite si on la porte à 100°. Ces faits, suffisants pour établir l'existence d'un ferment, devaient être complétés par l'étude des produits de transformation du laccol. A cause de la rubéfaction et des éruptions qu'il produit sur la peau, cette étude est très pénible.

Heureusement, on peut substituer au laccol des phénols voisins ; ainsi, l'hydroquinone donne, en contact avec une petite quantité de laccase, de la quinine.

Si, dans un vase renfermant une solution d'hydroquinone, on ajoute une solution de laccase, on voit rapidement apparaître une coloration rose, puis des lamelles cristallines vertes de quinhydrone insoluble dans l'hydroquinone ; le liquide acquiert l'odeur de la quinone, qu'on peut d'ailleurs en extraire par l'éther.

D'autre part, en faisant l'expérience en vase clos, en

présence d'un volume limité et connu d'air, et analysant les gaz au bout de quelques heures, on constate une absorption d'oxygène ; la réaction ordinaire d'oxydation de l'hydroquinone représente donc bien le phénomène :

$$\underset{\textit{Hydroquinone}}{C^6H^6O^2} + O = \underset{\textit{Quinone}}{C^6H^4O^2} + H^2O.$$

M. G. Bertrand a généralisé la propriété oxydante de la laccase, en essayant son action sur un grand nombre de corps organiques, et il a remarqué que, en général, les polyphénols ortho et para, tels que la pyrocatéchine, le pyrogallol, l'acide gallique, le tanin, les amidophénols ortho et para s'oxydent en présence de l'air et de la laccase.

Ainsi donc, la laccase, qui, comme la diastase, a tous les caractères d'un ferment soluble, diffère des ferments connus antérieurement en ce que sa fonction est oxydante, au lieu d'être hydrolysante.

Existe-t-il d'autres ferments oxydants, d'autres oxydases que la laccase ? M. G. Bertrand, étudiant les colorations que prennent à l'air le sucre de betterave, les tubercules de dahlia, de pomme de terre, a cherché si ces colorations pouvaient être produites par la laccase ; les expériences ont été négatives, mais il a été possible d'isoler une nouvelle oxydase, moins stable que la précédente puisqu'elle se détruit à 60°, et susceptible d'oxyder la tyrosine : c'est la tyrosinase. C'est à la présence simultanée de la tyrosine et de la tyrosinase qu'il faut attribuer les colorations que prennent à l'air le sucre, certains tubercules et aussi, comme l'ont montré MM. Bourquelot et Bertrand, le noircissement du *Russula nigricans* et de quelques autres champignons.

En se servant de la teinture de gaïac, qui a la propriété de bleuir sous l'influence des ferments oxydants, M. Bertrand a pu mettre en évidence la présence d'oxydases dans un grand nombre de fruits, de sucs végétaux, et dans des liquides d'origine animale.

C'est encore aux oxydases qu'il faut attribuer le rancissement de l'huile, le vieillissement et la casse des vins.

La présence des oxydases dans un très grand nombre de substances d'origine végétale ou animale montre le rôle considérable qu'elles doivent jouer dans les phénomènes vitaux ; leur action, combinée avec l'action hydrolysante des autres ferments solubles, produit un grand nombre des réactions observées chez les organismes vivants. Les beaux travaux de M. G. Bertrand augmentent l'attrait, déjà considérable, que présentait l'étude des ferments solubles ; nous espérons que de nouvelles recherches, aussi heureuses, conduiront à isoler, à l'état de pureté, les ferments solubles et mèneront, par suite, à une connaissance plus parfaite de leur nature chimique, si obscure aujourd'hui. **Marcel Guichard.**

§ 4. — Géographie et Colonisation.

Le chemin de fer du Sénégal au Niger. — Cette année 1896 aura vu s'accomplir un événement qui mérite à tous égards de fixer l'attention de nos ingénieurs coloniaux : la construction d'un viaduc gigantesque destiné au passage, au-dessus du Bafing, du chemin de fer du Sénégal au Niger. L'établissement d'une œuvre d'art de cette importance dans un pays où l'Européen ne peut travailler de ses bras et où le recrutement de la main-d'œuvre indigène est particulièrement difficile [1], fait le plus grand honneur au capitaine du Génie Calmel, qui a réussi à mener à bien cette pénible et périlleuse entreprise. Mais nous tenons surtout à la signaler au point de vue de la méthode qu'il a pratiquée, parce qu'il y a là une véritable leçon à recueillir quant à la façon dont peuvent être utilement conduits les travaux publics dans nos possessions de la zone intertropicale.

Bien que né sous les plus brillants auspices, avec le patronage de noms illustres (Faidherbe, Jauréguibéry, Borgnis-Desbordes, etc.), le projet d'un chemin de fer du Sénégal au Niger s'était ensuite trouvé menacé d'abandon : à peine commencée, l'entreprise avait failli sombrer par suite du mauvais emploi des crédits et des circonstances difficiles que traversa alors la colonie. La question, on s'en souvient, a donné lieu, dans les Chambres, à de retentissantes controverses. Aujourd'hui, enfin, elle entre dans une phase nouvelle : grâce aux efforts d'un détachement d'officiers et de soldats du Génie, les travaux suspendus ont été repris. L'obstacle le plus considérable que l'on devait rencontrer et auquel le chemin de fer se butait depuis longtemps, consistait dans le passage, à Mahina (région de Bafoulabé), d'un affluent du Sénégal, le Bafing. Cette large rivière interrompait la ligne et obligeait à un transbordement à la fois long et onéreux. C'est cet obstacle que la mission du Génie au Soudan vient de franchir au moyen d'un pont métallique de 400 mètres de longueur. Nul doute que, de ce fait, le mouvement des marchandises et des voyageurs devienne plus actif. Il faut, toutefois, se garder d'un optimisme exagéré, car jusqu'à présent les résultats financiers n'ont pas été brillants ; mais il ne pouvait en être autrement au début, et c'est déjà une indication réconfortante que la progression régulière des recettes, constatée depuis 1893. La marche en avant peut donc être reprise avec un regain d'ardeur [1].

Le capitaine Calmel, qui a dirigé la construction du pont, expose à ce sujet, dans la *Revue du Génie militaire*, les principes qui doivent désormais guider l'ingénieur en Afrique. C'est, avant tout, le recours permanent à la science, comprise dans l'acception la plus large, et non pas à un *formulaire* appris à Paris et qu'il n'y aurait qu'à appliquer sans adaptation. Qu'on nous passe le mot, un guide-âne de cette sorte, susceptible de rendre service dans le pays même pour les besoins duquel il a été rédigé, conduirait forcément à l'insuccès l'ingénieur qui s'y fierait sans critique dans nos colonies. Si l'on veut faire œuvre durable, il faut savoir concilier les règles ordinaires de la construction avec les conditions du milieu dans lequel on opère ; celles-ci dérivent de la nature géologique du sol, du climat, de la population, de la végétation, etc., etc. L'étude attentive de ces facteurs multiples s'impose donc au premier chef : la construction de la voie ferrée sera, en effet, d'autant plus parfaite qu'elle se pliera davantage aux exigences du milieu physique et au régime du travail qui caractérisent le Soudan : l'œuvre sera, pour ainsi dire, l'expression des circonstances naturelles.

Ainsi comprise, la question traitée par M. Calmel acquiert tout de suite une portée plus haute. Elle ne vise pas seulement la prospérité de l'une de nos colonies : elle intéresse l'éducation scientifique des ingénieurs chargés, dans toutes nos possessions, de travaux d'utilité générale.

Louis Olivier.

[1] Le recrutement des noirs est presque impraticable en hiver, parce qu'alors ils s'adonnent à la culture.

[1] M. Calmel écrit à ce sujet :

« ...L'heure est venue de faire un effort pour conserver dans le Soudan la situation exceptionnelle que nous y avons conquise. Les Anglais attaquent actuellement, par trois lignes de chemins de fer, les territoires compris dans la boucle du Niger. Si nous nous laissons distancer, ils dériveront vers eux tout le mouvement commercial et nous laisseront, pour tout butin, la satisfaction d'administrer des pays dont ils seront seuls à tirer profit.

« Depuis quelque temps, la France consacre tous les ans au Soudan dix millions en dépenses d'occupation, dépenses dont le caractère essentiel est d'être nécessairement renouvelables, sous peine de voir s'évanouir les résultats acquis. Il en sera ainsi tant que le chemin de fer ne sera pas venu modifier les conditions actuelles.

« Avec une dépense à peine double, faite une fois pour toutes, ce résultat serait atteint. (*Revue du Génie militaire*, tome XII, 4e livraison, 1896.)

LES FORÊTS ET LA QUESTION DU REBOISEMENT

EN TUNISIE [1]

Avec une superficie évaluée à onze ou douze millions d'hectares, la Tunisie possède seulement 500.000 hectares de forêts. C'est peu, si l'on songe à l'étendue des forêts en Allemagne ou même en France, par rapport à l'ensemble du territoire; mais l'étude du régime des pluies suffit à expliquer cette faible proportion, et il n'est pas besoin de rechercher dans l'histoire les causes d'un phénomène purement géographique. Salluste avait déjà constaté la pauvreté de la Tunisie en essences forestières, et il est probable qu'à l'époque la plus florissante de la colonisation romaine, la situation n'avait guère changé. Toutefois le pays était beaucoup plus boisé qu'aujourd'hui, grâce au développement des cultures arbustives dans la Byzacène et dans la région des oasis. Un immense *verger* planté d'oliviers, d'amandiers et autres arbres fruitiers, couvrait toute la province et s'étendait, dit-on, à travers l'Algérie jusqu'au Maroc. Le souci de la défense nationale poussa une reine berbère, la Kahina, à ordonner une destruction systématique de ce merveilleux jardin. Les indigènes obéirent avec répugnance, et de là vint sans doute la légende d'une disparition presque complète des forêts tunisiennes.

Or, la grande région forestière de Khroumirie n'a probablement jamais été soumise à pareille épreuve. Les horreurs des guerres ou la négligence des pasteurs arabes ont livré aux flammes certaines parties couvertes de hautes futaies; mais il est à présumer qu'elles se sont généralement reconstituées d'elles-mêmes. L'Administration française s'est préoccupée d'éviter désormais les accidents susceptibles de compromettre le développement des massifs forestiers et a consacré tous ses soins à une exploitation rationnelle des principales essences.

I

Un des premiers actes du gouvernement du Protectorat fut la délimitation des bois et forêts, répartis en deux groupes très distincts, séparés par la Medjerdah. Le groupe du Nord comprend les trois massifs de Khroumirie, d'une contenance d'environ 100.000 hectares : la forêt de Nefza, évaluée à 25.000 hectares, la forêt des Mogod, celle de Porto-Farina, auxquels il faut ajouter quelques bouquets isolés situés au nord de Béja. Le groupe de l'Ouest et du Centre, beaucoup moins important, comprend les boisements situés entre Tunis, Zaghouan et Hammamet, les bois de la haute vallée de l'oued Miliane, les forêts de la Kessera, des Zlass, de Sidi Youssef et de l'oued Mellègue, la forêt de Nebeur, les massifs de Haïdra, les massifs de Maktar, le tout ayant une contenance d'environ 30.000 hectares; la forêt de Feriana, d'une superficie de 50.000 hectares, et enfin les 15.000 hectares de Cheba entre Mehdia et Sfax. Il faut aussi signaler dans le Sud le massif unique d'acacias gommifères de Thalaha.

Deux essences principales, le chêne-liège et le chêne zéen, couvrent les parties supérieures des montagnes du Nord, dont les pentes inférieures sont peuplées de broussailles et d'oliviers sauvages. Le fond des vallées est occupé par l'aune, le saule, le peuplier blanc, le peuplier noir, le houx, etc. De maigres taillis de chênes verts couvrent aussi les hauteurs moyennes.

Les boisements du Sud sont en moins bon état, mais renferment encore de superbes massifs de pins d'Alep et de chênes verts, qui se dressent au milieu des buissons d'oliviers sauvages, de thuyas, etc.

La conservation et la mise en valeur de toutes ces richesses ont été confiées à une Direction des Forêts rattachée à la Direction générale de l'Agriculture. Le chef de cet important service est chargé d'appliquer les mesures spéciales reconnues nécessaires pour éviter les incendies, procéder à la délimitation

[1] Voir, dans la *Revue* du 30 novembre dernier, la première série des articles consacrés à la Tunisie :

I. — La Nature tunisienne, Introduction géographique a l'étude de la Tunisie, par M. Dubois, professeur de Géographie coloniale à la Sorbonne.

II. — L'Histoire en Tunisie, par M. G. Boissier, secrétaire perpétuel de l'Académie française, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

III. — Les grands travaux d'art et les aménagements agricoles des Romains en Tunisie, par M. P. Gauckler inspecteur du Service des Antiquités et des Arts en Tunisie.

IV. — La Population et les races en Tunisie, par M. le Dr J. Bertholon, ancien Médecin-Major de l'Armée française en Tunisie.

V. — Les aspects de la Civilisation dans les villes et les campagnes de la Tunisie, par M. G. Deschamps, Docteur ès lettres, Ancien élève de l'Ecole française d'Athènes.

VI. — Les conditions sanitaires et l'Hygiène en Tunisie, par M. le Dr A. Loir, directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

VII. — La Géologie de la Tunisie, par M. E. Haug, chef des Travaux de Géologie à la Sorbonne.

VIII. — L'exploitation des carrières et des mines de Tunisie dans l'Antiquité, par M. R. Cagnat, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

IX. — L'état actuel de l'Exploitation minière (calamine, phosphates, etc.) en Tunisie, par M. E. de Fages, ingénieur des Ponts et Chaussées, Adjoint à la Direction générale des Travaux publics, à Tunis.

des massifs et à leur immatriculation comme domaines de l'État, régler le droit d'usage des indigènes, et enfin assurer à l'exploitation une marche normale. Il est secondé par un personnel d'agents français détachés des cadres de la Métropole.

Les agents des forêts ont commencé leurs travaux en 1883 et se sont tout d'abord occupés de la région khroumirienne, de beaucoup la plus importante par son étendue et par sa valeur. Une première mission évalua à 13 millions le nombre des chênes-lièges susceptibles de production; mais une statistique plus récente a ramené ce chiffre à 6 millions 500.000. Après quelques hésitations, on put aussi établir que le volume total du bois d'œuvre actuellement exploitable dans les massifs de chênes zéens est d'environ 240.000 mètres cubes. A ce devis approximatif des produits des forêts de Khroumirie, on ajouta l'exploitation des écorces à tan de chênes-lièges, l'utilisation des bois d'industrie, la fabrication du charbon. Les rapports de l'Administration constatent, en outre, que toutes les forêts d'autres essences sont en trop mauvais état pour donner un revenu important, mais concluent cependant à l'absolue nécessité de les conserver à cause de leur bienfaisante influence sur le climat et sur le sol : « Les peuplements, quoi-« que en mauvais état, peuvent encore se refaire « d'eux-mêmes, à la condition de leur appliquer un « traitement rationnel et de les soumettre à une « surveillance constante. »

Fig. 1. — *Carte des forêts de chênes-lièges et chênes zéens de la Khroumirie Tunisienne.*

Toutes ces raisons ont décidé le Gouvernement à vendre directement ses produits, sans se laisser tenter par l'aliénation qui aurait pu remplir momentanément les caisses du Trésor, ou la concession pour une durée plus ou moins longue qui donnait à l'État des revenus fixes sans entraîner de dépenses. L'exemple de l'Algérie où le système des concessions trentenaires a donné de si mauvais résultats a paru concluant. Il faut féliciter sans réserves l'Administration française d'avoir adopté le système de l'exploitation directe par l'État.

II

La mise en rapport des forêts de Khroumirie n'était pas chose facile, car le gouvernement des beys n'avait guère songé à utiliser cette source de revenus, et les voies de communication, indispensables à l'exploitation, faisaient complètement défaut. On commença donc par construire des routes et des sentiers destinés au transport des produits et à la surveillance des massifs. Ceux-ci furent, en outre, protégés contre l'incendie par de larges tranchées. Tous ces travaux furent exécutés à l'entreprise dans les circonscriptions d'Aïn-Draham, Souk-el-Arba, Tabarka. Enfin, pour abriter les agents, on construisit des maisons forestières à l'intérieur ou à proximité des boisements dont ils sont chargés.

L'Administration des forêts fit ensuite marquer les vieux chênes-lièges qui pouvaient fournir un tan très apprécié, un excellent bois de chauffage et une grande quantité de charbon. Ces arbres sont vendus chaque année en adjudication publique. Les écorces à tan de Tunisie sont destinées à l'exportation et spécialement employées en Italie, Portugal, Angleterre. Les forêts de la Régence en ont donné 48.000 quintaux de 1891 à 1894 ; elles pourront encore fournir annuellement 40.000 quintaux pendant six ans, c'est-à-dire le tiers de la consommation totale en Europe.

Puis, on procéda à la mise en état de tous les jeunes troncs pouvant donner du liège. L'écorce subéreuse naturelle du chêne-liège peut atteindre environ 15 centimètres. Elle est connue sous le nom de *liège mâle* et a une valeur trop minime pour supporter des frais de transport un peu élevés. On s'en sert seulement pour faire des flotteurs destinés à soutenir les filets de pêche. Le premier travail d'exploitation consiste donc à détacher le liège mâle de l'arbre qui le produit. C'est ce qu'on appelle le démasclage. Le résultat est de provoquer le développement d'une nouvelle écorce subéreuse, connue sous le nom de *liège de reproduction*, souple et léger, propre à tous les usages industriels, depuis la confection des bouchons jusqu'à la fabrication des briques incombustibles. La hauteur moyenne du démasclage est de 1 m. 40. La surface est de 0 m². 72. L'État dépense environ 0 fr. 09 par arbre pour cette opération, qui est donnée à l'adjudication. Dès que le liège de reproduction atteint 0 m. 025, il convient de le livrer au commerce. Une épaisseur moindre ou plus grande entraîne une dépréciation parfois considérable.

Aussitôt détachée de l'arbre, l'écorce est mise en balle à la suite de diverses opérations de nettoyage. La première récolte faite par les soins de l'Administration française a produit, en 1894, dans les forêts de Feïdja, d'Aïn-Draham et de Tabarka, 7.523 quintaux. Les récoltes continueront sans interruption à mesure que les arbres successivement démasclés auront l'épaisseur d'écorce exigée. Il reste encore aujourd'hui environ 1.500.000 chênes-lièges à démascler pour achever la mise en valeur des massifs, mais les travaux sont poussés activement.

Pour fournir à toutes ces dépenses, le Service forestier a mis chaque année, depuis 1883, en adjudication des coupes de chênes zéens.

Cette essence est propre à la côte du Nord de l'Afrique et occupe en Tunisie environ 10.000 hectares. Elle est représentée par des arbres susceptibles d'atteindre 25 à 30 mètres de hauteur sur 3 mètres de circonférence. Le bois en est jaunâtre, très résistant, se conservant longtemps malgré les alternatives de sécheresse et d'humidité, mais se gerçant et se fendant facilement. Ce défaut, qui le rend impropre à la construction des ponts et des bâtiments, le fait presque exclusivement employer à la confection des traverses de chemin de fer. A ce point de vue spécial, le bois du chêne zéen a une durée supérieure à celle de toutes les autres essences. On l'apprécie beaucoup en Algérie et en Tunisie et même en France. On en a débité environ 67.000 mètres cubes depuis 1883. Il y a encore 240.000 mètres cubes disponibles immédiatement.

Une somme totale de 2.330.000 francs environ a été consacrée aux dépenses d'entretien et d'exploitation des forêts pendant la période qui s'étend de 1884 à 1894. Or, l'ensemble a donné 363.000 quintaux d'écorces à tan vendus 2.813.250 francs, 12.000 quintaux de liège vendus 218.760 francs, et enfin 67.000 mètres cubes de chênes zéens au prix de 335.000 francs, soit une somme ronde de 3.367.000 francs. Le Gouvernement tunisien retire donc, dès à présent, un profit considérable de l'exploitation directe des forêts.

En 1894 l'ensemble des dépenses a atteint 470.000 francs, tandis que les recettes dépassaient 690.000 francs. La progression des recettes ne peut que s'accentuer, et il est probable qu'au moment de l'achèvement des travaux de mise en valeur des forêts de Khroumirie, c'est-à-dire dans une période maxima de dix années, le produit net de la seule vente des lièges dépassera 600.000 francs. M. Lefèvre, directeur des forêts, avait donc vu juste en prévoyant dès 1883, pour les dix premières années, une dépense de plus de 2 millions et une recette de 3 millions et demi.

III

L'Administration des forêts s'est préoccupée non seulement de l'entretien et de l'exploitation des massifs forestiers, mais aussi de leur reconstitution dans toutes les régions où la négligence des indi-

gènes et la malveillance des incendiaires ont mis à nu un sol autrefois recouvert de hautes futaies. Le reboisement, difficile dans le Sud et le Centre, où les forêts ont toujours été très rares, est possible dans le Nord, où les pluies sont abondantes. Les collines, suffisamment arrosées, sont généralement toutes couvertes d'essences forestières à l'état buissonneux, chênes zéens ou oliviers sauvages, thuyas, dont le développement est arrêté par la dent des chèvres. Partout où le pacage a été interdit, les thuyas sont devenus de véritables arbres. Un colon français du Khanguet, près Tunis, M. Dumont, possède une montagne entièrement couverte de thuyas formant des pousses droites dépassant parfois quatre mètres de hauteur. Il suffirait donc de quelques soins et de l'interdiction du pacage pour obtenir de beaux résultats. Il faut malheureusement toujours compter avec l'incendie. M. Paul Potin, propriétaire des beaux domaines de Bordj-Cedria, a vu récemment tous les massifs en formation sur ses collines ravagés en quelques heures par le feu.

Le service forestier se heurte à des difficultés encore plus grandes quand il veut faire des semis sur les montagnes ou les collines nues. Il suffit de citer l'exemple du Bou-Kornine, près Hammam-Lif, où l'on a tenté des essais de semis de pins d'Alep. Le travail a coûté trois cent cinquante francs par hectare ; il a fallu recommencer en certains endroits les semis trois fois consécutives. Aujourd'hui la montagne est couverte d'arbustes, dont quelques-uns commencent à prendre des proportions considérables. Il suffit, toutefois, d'une longue sécheresse pour détruire des rangées entières de jeunes sujets ; c'est ainsi qu'à la suite des siroccos violents du mois de juillet 1896, un grand nombre de jeunes pousses ont été complètement rôties. Il paraît donc préférable, dans l'intérêt des finances du pays, d'abandonner momentanément le système des semis ou plantations et de se contenter de protéger les montagnes couvertes de buissons. Pour hâter le reboisement des parties dénudées, on pourrait, toutefois, encourager les colons à planter chaque année un certain nombre d'arbres. Que ne suit-on l'exemple des États-Unis ? Certains pays de l'Union, justement effrayés des conséquences d'une exploitation irraisonnée des forêts, imposent aux propriétaires ruraux l'obligation de planter chaque année un certain nombre de pieds d'arbre. Il semble que ce soit le vrai moyen d'arriver à une solution, car il est impossible à l'État tunisien de prendre à sa charge des frais aussi considérables.

En attendant que le Trésor puisse fournir les fonds nécessaires à un reboisement complet des parties dénudées de la Régence, le Gouvernement entretient les massifs du Nord, encourage au Centre le développement des cultures arbustives et lutte dans le Sud contre l'envahissement des oasis par les sables. Cette dernière tâche a été encore confiée à l'Administration des forêts, qui s'est occupée de la fixation des dunes dans les oasis de Gabès, du Djerid et du Nefzaoua.

Il n'entre pas dans le cadre de cet article d'insister sur la cause et le mode de formation des dunes aux abords des oasis. Nul n'ignore que le sable des plages, enlevé à des distances considérables, s'arrête au moindre obstacle pour former des monticules d'une extraordinaire mobilité. Les sables de la plage de Gabès s'entassent ainsi aux abords de l'oasis, ceux du chott Fedjejt menacent le Nefzaoua. Il arrive aussi que les terrains friables, désagrégés par les agents atmosphériques ou par les piétinements des troupeaux, se transforment en particules d'un sable très ténu qui menace les oasis à de grandes distances. Tel est le cas pour Nefta. Quand la dune est causée par le piétinement des bestiaux, il suffit de maîtriser l'ensablement en parquant les bestiaux dans une zone de protection au moyen de clayonnages ou de clôtures en fils de fer. Dans le cas d'apports lointains, il faut des palissades s'élevant à une distance minima de 300 mètres. Un gazonnement spontané recouvre bientôt les terrains ainsi protégés. Il reste au Service forestier à y planter des essences ligneuses. Trois arbrisseaux buissonnants réussissent à merveille : le chalef à Gabès, le tamarin et le retem à Djerid. En présence des résultats obtenus, et devant l'indifférence de certains propriétaires de palmiers, le Service forestier a fait déclarer d'utilité publique (décret du 26 novembre 1894) les travaux de fixation des dunes. Les agents installés à Gafsa. Tozeur, Nefta et El Hammam ont terminé les travaux destinés à la protection de ces localités. Les sufaces fixées sont de :

76	hectares à	Gabès
539	—	Tozeur
426	—	Nefta
98	—	El Hammam

Une somme totale de 128.712 fr. a été dépensée à cet effet, mais le résultat a été la conservation de plusieurs centaines de milliers de pieds de dattiers.

En résumé, la Direction des Forêts s'est acquittée, au mieux des intérêts de la Régence, de la triple tâche qui lui a été dévolue. Les forêts du Nord constituent désormais une source importante de revenus ; le sol des oasis devient moins mobile et la question du reboisement a reçu un commencement de solution.

Gaston Loth,

Professeur au lycée Carnot, à Tunis.

L'ACCLIMATATION VÉGÉTALE EN TUNISIE

ET LE JARDIN D'ESSAI DE TUNIS

L'arrivée des Français à Tunis et leur installation dans cette ville lui ont fait subir une transformation merveilleuse : l'établissement de magnifiques avenues, de superbes squares et promenades ne tarda pas à montrer ce qu'on pouvait obtenir dans le pays à l'aide de végétaux nouveaux, convenablement choisis et cultivés. L'acclimatation, en Tunisie, de végétaux susceptibles d'y rendre des services est, en effet, possible dans une large mesure.

Il y a d'ailleurs assez longtemps, on avait déjà introduit sur les rives méditerranéennes un certain nombre de plantes qui ont fini par changer l'aspect de ces pays : la figue de Barbarie, l'agave de l'Amérique du Nord, l'énorme *Bella sombra* de l'Amérique méridionale, les *Eucalyptus* de l'Australie, etc. ; mais la Tunisie n'avait guère eu sa part dans cette transformation. Cependant la diversité des climats qu'on y observe autorise l'espoir d'y cultiver une assez grande variété de plantes ornementales, fruitières, maraîchères et industrielles.

Dans la zone montagneuse, dans les parties élevées, on retrouve la saison froide et les pluies abondantes, c'est-à-dire le climat tempéré froid ; on a un véritable hiver avec neige et glace. Sur ces points les cultures d'Europe s'appliquent presque entièrement et nous n'avons rien à en dire qui ne soit parfaitement étudié déjà : les légumes, les arbres fruitiers sont les mêmes qu'en France dans la région correspondante ; toutefois, pendant l'été, le soleil est plus chaud et plus brillant en Tunisie ; on ne peut donc intégralement transporter les habitudes culturales, les méthodes européennes sans des expériences préalables ; mais les résultats obtenus en Europe s'appliqueront sans doute à très peu de chose près.

Il est donc certain qu'on pourra tirer de ces régions tous les produits qu'on voit de tout temps sur nos marchés à Paris : beaux légumes, fruits savoureux des pays tempérés, fleurs brillantes, dans une saison où la sécheresse a envahi et brûlé la plaine.

On pourrait dire, d'une manière générale, qu'il existe en Tunisie comme zones principales pour les plantes à expérimenter :

1° *La zone du pommier et du poirier* sur les montagnes rappelant le climat de la France centrale ;

2° *La zone de l'olivier*, rappelant celle de la Provence ;

3° *La zone de l'oranger*, qui permet la plantation des *Eucalyptus*, comme la région de Nice et Cannes ;

4° *La zone du Dattier* proprement dit, c'est-à-dire celle des oasis.

Chacune de ces zones se fond plus ou moins avec ses voisines ; on peut cependant établir une sorte de classification qui aidera à séparer les cultures les unes des autres.

Dans chaque zone la sécheresse et la présence du sel introduisent des subdivisions qui ont plus ou moins d'importance pour nous, suivant l'étendue de la région ainsi modifiée.

I. — Le Jardin d'Essai et la pépinière municipale.

Il est indispensable aujourd'hui de répandre dans le pays les végétaux utiles. Une action énergique, et surtout continue, est nécessaire. Pour cela, un établissement spécial est indispensable : c'est le *Jardin d'Essai;* il a été fondé par M. Paul Bourde, le très éminent Directeur de l'Agriculture, qui en a compris toute l'importance.

Le terrain a été choisi en plaine aux environs de Tunis ; l'eau nécessaire aux arrosages y a été amenée ; un personnel des plus choisis y a été attaché.

Ainsi constitué, le Jardin d'Essai fait d'excellente besogne et rend beaucoup de services. Il en rendra encore davantage quand le fonctionnement sera plus assuré et que les colons y auront eu souvent recours.

Quel est le rôle du Jardin d'Essai ?

Dans un pays neuf comme la Tunisie, c'est-à-dire dépourvu encore des moyens multiples d'action que l'on rencontre en Europe, le colon qui veut faire une tentative se trouve très embarrassé. Il ne peut s'adresser aux Etablissements de commerce — qui n'existent pas ou sont encore un peu rudimentaires ; il ne peut faire venir les plantes de l'Europe, c'est très cher ; du reste la loi ne le lui permet pas ; *aucune plante ne doit entrer en Tunisie* [1]. Le colon doit donc, à ses risques et périls, essayer de se procurer les plantes nécessaires soit par la voie du semis, soit par une méthode de propagation appropriée, bouturage, marcottage, greffe, écussonnage, etc.

Dans cette voie, combien peu sont aptes à se diriger, ou à diriger les ouvriers arabes et même maltais que l'on rencontre en Tunisie !

Supposons qu'un colon veuille essayer de faire une plantation d'abricotiers, dans une région déjà

[1] Cette interdiction a été édictée pour préserver la Tunisie du phylloxéra.

sèche et voisine des oasis, où l'abricotier peut réussir très bien (ceux d'El Kantara sont célèbres en Algérie), et qu'il veuille essayer d'obtenir de beaux fruits soit pour l'exportation de primeurs, soit pour les dessécher et les préparer à l'état de *pruneau*, les fruits réalisant sous cette forme un bon prix. Il devra tout faire de lui-même. Réduit à ses propres forces, il ne peut ni choisir ses arbres, ni même se procurer les premiers éléments de sa plantation : les sujets à écussonner, les greffons de la variété la meilleure (le semis ne reproduisant pas fidèlement la plante).

C'est le Jardin d'Essai qui devra lui fournir ce dont il a besoin ou, du moins, dans un délai déterminé pour la somme la plus faible possible. Il devra lui fournir aussi des indications sur les résultats obtenus déjà et en faire profiter libéralement toute la colonie.

L'établissement d'une collection complète de végétaux utiles est à peu près impossible en Tunisie, puisqu'on ne peut faire venir du dehors les plantes qui manquent; mais le Jardin devra être aussi riche que possible en végétaux variés, cultivables, utilisables en Tunisie, et là les difficultés commencent: Où se les procurera-t-il, comment et par quelle voie? Quels seront-ils ? Quels sont ceux sur lesquels il devra insister particulièrement?

Le Jardin, pour la préparation de ses plantes, procède de deux manières :

La voie du semis est la plus rapide et la plus expéditive, c'est celle qui est applicable aux végétaux qui se reproduisent par graines ; on les rencontre à la Pépinière et on les cède au prix de 5 centimes dans le vase à fleurs où elles ont été semées. C'est d'un bon marché extrême, c'est le prix du pot lui-même [1]. Le colon soucieux d'éviter les frais de transport ou d'achat, étudiera sur place au Jardin les opérations de semis et de culture de ces plantes en pots.

La seconde méthode est celle de la greffe, pour les plantes qui ne se reproduisent pas fidèlement par semis. Les orangers et citronniers, les caroubiers, amandiers, etc., se multiplieront ainsi; il faut un bon porte-greffe ; il convient, en outre, de choisir pour greffons les variétés les meilleures. Par ce moyen, une seule plante, quelqu'éloignée qu'elle soit, peut fournir de nombreux greffons utilisables, en un point quelconque de la Régence [2].

Il serait désirable que les meilleures variétés fruitières fussent réunies au Jardin d'Essai et mises ensuite à la disposition de tous ceux qui en auraient besoin. De grands efforts ont déjà été tentés dans ce sens.

On trouve aussi à Tunis un service très important, celui de la *Pépinière municipale*, qui permet d'établir dans d'excellentes conditions de réussite les plantations des avenues. Les résultats en sont très remarquables dès aujourd'hui et seront splendides dans l'avenir. On aurait tort de croire que ce service fait double emploi avec le Jardin d'Essai. En effet, le but qu'il vise est parfaitement défini et déterminé, les travaux qu'il exécute se résument en la production d'un nombre restreint de plantes d'ornement ou d'alignement. Le Parc du Belvédère, quelles que soient ses collections, ne peut évidemment pas se proposer le même but que le Jardin d'Essai. Il est placé sous la direction d'un Ingénieur des Ponts et Chaussées: on sait les services immenses rendus à la Ville de Paris par les Ingénieurs de ce corps éminent, dont M. Alphand a été la personnification la plus illustre. Ils ont fait beaucoup à Paris, et peuvent faire également beaucoup à Tunis; les résultats déjà obtenus en peu d'années montrent ce que l'on est encore en droit d'attendre de ce personnel d'élite.

II. — Quelles sont les plantes a introduire en Tunisie?

Pour résoudre cette question, on fera bien de s'inspirer en grande partie de ce qui est fait dans les pays méditerranéens, dont le climat est semblable à celui de la Tunisie; les côtes de la France méridionale, celles de l'Italie, de la Sicile, de Malte, du sud de l'Espagne, de la Grèce donneront d'utiles indications; l'Algérie pourra aussi servir d'exemple [1].

En dehors de ces régions, on peut encore espérer trouver des indications nouvelles dans les contrées possédant un climat analogue à celui de la Tunisie. En première ligne l'Australie, le Cap, la République Argentine. On peut y joindre encore le sud des États-Unis et les parties hautes et sèches du Mexique. Dans l'Asie centrale, le Turkestan, avec ses étés brûlants, ses vents violents, offre de réelles analogies, quoique les hivers y soient rigoureux; mais il y a des oasis, et les mœurs des musulmans établissent une parenté incontestable entre les deux pays.

Ce qui importe particulièrement, c'est que, dans ces divers pays, il règne une activité extrême qui s'applique à tirer parti des ressources du sol par la culture; nous ne considérerons plus seulement les jardins et leurs plantes d'agrément : en effet, les races européennes, implantées là-bas, ont changé les

[1] De ces petits pots on peut tirer des plantes qui deviennent de grands et beaux arbres. Témoin les plantations du chemin de fer de Bone-Guelma.

[2] La méthode du marcottage peut d'ailleurs, dans certains cas, remplacer le greffage; elle est trop connue pour qu'on y insiste ici.

[1] Voir à ce sujet l'article de M. Ch. Rivière sur la culture industrielle des plantes ornementales en Algérie, *Revue générale des Sciences*, 30 août 1896.

traditions des anciens habitants auxquels elles se sont substituées ; c'est une agriculture nouvelle qui s'est développée sur place. Ces régions fournissent non seulement des plantes indigènes à introduire dans la Régence, mais elles font voir la direction à suivre pour mettre en œuvre les richesses naturelles de la Tunisie, dans des conditions déterminées de sol et de climat. Il faudra introduire par le moyen des graines, le plus tôt possible, les espèces qui se prêtent à ce mode de propagation, afin de pouvoir au plus tôt se servir des graines qu'elles formeront à leur tour.

Pour les plantes qui ne peuvent se reproduire de graines et dont les spécimens n'existent pas en Tunisie, il faudra les introduire à l'état de plantes vivantes et les tirer des points d'où l'on peut se les procurer. On les fera pénétrer en petit nombre, sous le contrôle et la surveillance du Gouvernement, qui, pour le cas unique du Jardin d'Essai, permettra de ne pas appliquer les sévérités de la loi qui interdit formellement l'apport de toute plante vivante.

Ce sont les sujets spéciaux ainsi introduits qui serviront ensuite à propager, d'une manière authentique et parfaitement sûre, les végétaux dont on aura besoin [1].

III. — Arboriculture.

L'arboriculture a une importance extrême en Tunisie. Il est à peine besoin d'insister sur ce point après le magnifique Rapport de M. Paul Bourde [2], qui porte un titre modeste, mais qui est d'un haut enseignement pour les colons; le mémoire de M. de la Blanchère [3] sur l'*Aménagement de l'eau* et l'*Installation rurale dans l'Afrique ancienne*, n'est pas moins instructif que le précédent, et le confirme de tout point.

Ces belles études montrent la nécessité de porter les tentatives d'acclimatation sur les plantes pivotantes ligneuses, qui sont le plus capables de résister à la sécheresse du climat et qui vont chercher la fraîcheur à de grandes profondeurs, et, d'une façon générale, celles qui admettent ou recherchent des conditions de même nature.

§ 1. — Arboriculture fruitière.

La région de l'oranger se retrouve dans beaucoup de points tout autour du bassin méditerranéen ; elle est, dans certains pays, soumise à des cultures très perfectionnées et très riches, mais souvent très localisées.

Dans certains pays se sont établies des traditions, et le pays tout entier se livre à une certaine culture. Sans doute c'est que les conditions locales s'y prêtent, mais bien souvent ces cultures ne peuvent être transplantées ailleurs par ce qu'on n'a pas facilement les *éléments* pour les établir ailleurs.

Le *Jardin d'Essai est destiné à faire disparaître cette difficulté primordiale.*

Le nombre des espèces utilisables est considérable. On trouvera dans le catalogue que publie le Jardin un nombre assez étendu de variétés fruitières, livrables à des prix très bas.

En attendant que toutes les variétés d'orangers et citronniers puissent être mises en vente, on peut faire un large choix dans les variétés de nos divers fruits d'Europe, que l'on serait bien embarrassé de trouver ailleurs. C'est une précieuse ressource pour l'établissement de vergers *dans les montagnes*, où ces fruits retrouveront un climat voisin de celui de l'Europe.

En dehors des orangers dont les fruits devraient supplanter ceux de l'Espagne, et des citronniers dont les produits devraient faire concurrence à ceux de la Sicile, on peut encore citer, comme arbres fruitiers à répandre en Tunisie, l'olivier et le caroubier, qui sont étudiés dans une autre partie de ces études, et les bibases, dont on ne propagerait que des variétés sélectionnées par la greffe; enfin, l'amandier et l'abricotier.

Parmi les arbres fruitiers qui peuvent pousser en Tunisie, mais ne prospèrent pas en Europe, on peut citer : 1° les *Bananiers;* la culture de ces plantes éprouve cependant dans la Régence quelques difficultés par suite de la violence du vent; mais on pourrait les en préserver au moyen de rideaux d'arbres; 2° les *Chirimoyas*, sortes d'ananas du Mexique; 3° le *Sapote blanco* du Mexique (*Casimiroa edulis*) ; 4° les Avocatiers, les *Letchis* de Chine, la Tomate en arbre (*Solanum betaceum*), et surtout les Kakis.

Les Cactées, qui prospèrent facilement en Tunisie, peuvent fournir des fruits sinon délicieux, du moins acceptables, dans les régions où d'autres fruits ne pourraient aisément se former. Telles ces diverses variétés de la figue de Barbarie, de nombreuses espèces de *Cereus* (Cierges) à fruits comestibles, plus ou moins gros, plus ou moins acidulés. Quelques-uns rappellent la figue de Barbarie et lui sont même très supérieurs.

D'autres plantes à formes globuleuses, hérissées d'épines crochues, et jusqu'ici confinées dans les collections d'Europe comme de simples curiosités,

[1] Divers ouvrages peuvent servir de guides dans l'étude de ces questions; nous citerons notamment : *Select extratropical plants*, du baron von Mueller, botaniste officiel de l'Etat de Victoria, en Australie; le *Manuel de l'acclimateur*, de notre illustre compatriote M. Naudin, membre de l'Institut; enfin les *Cultures sur le littoral de la Méditerranée*, du Dr Emile Sauvargo.

[2] Rapport adressé à M. Rouvier, Résident général de France à Tunis, sur les cultures fruitières et en particulier sur les cultures de l'olivier dans le centre de la Tunisie.

[3] Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique. *Nouvelles Archives des missions scientifiques*, t. VII.

donnent à profusion des sortes de groseilles. On les nomme *pitaya* [1].

Enfin, dans les oasis, on pourra utiliser l'*Elæagnus hortensis*, arbuste à feuillage argenté, semblable à l'olivier de Bohême. Il donne des fruits semblables à une petite olive, et à une très grosse olive dans les formes améliorées. La chair du fruit est sèche, pulvérulente et sucrée; c'est la datte des oasis à très fortes gelées du Turkestan; mais cet arbuste peut vivre parfaitement dans les oasis tunisiennes et admet les sols un peu salés; les graines germent très aisément. Cet arbuste mérite d'être protégé. Il y a des variétés plus estimables, à fruits plus charnus et plus gros que dans le type.

§ 2. — Arboriculture d'ornement.

La ville de Tunis montre, dans ses boulevards et ses avenues, une grande variété de végétaux qui peuvent rendre aux colons les plus grands services dans leurs propres demeures. Ce sont :

Les arbres d'ombrage proprement dit : le *Ficus macrophylla* qui ressemble au caoutchouc et devient admirable et énorme; le *Ficus itida*, dont les feuilles ressemblent à celles du Poirier et le *Ficus lævigata*, très semblable au précédent, mais à feuilles un peu plus grandes;

Les faux poiriers : le *Schinus molle* à feuillage léger qui rappelle le saule pleureur; le *Sch. Terebintifolius*, rappelant un peu le frêne; tous deux garnis parfois de grappes roses dans le premier, rouges et plus compactes dans le second; ils sont originaires de l'Amérique méridionale;

Le gros, puissant *Umbu* de la République Argentine, dégarni de feuilles pendant l'hiver, qui devient ensuite colossal, se couvre de larges feuilles pendant l'été : c'est le *Phytolacca dioica* ou *Bella sombra;* les arbres de la Résidence ont, d'après M. Doumet-Adanson qui me l'a dit, exactement 60 ans en 1896; ils dépassent nos plus énormes chênes et tous les arbres que nous connaissons;

Le lilas des Indes (*Melia Azedarach*), originaire des contrées tempérées chaudes ou subtropicales de l'ouest de l'Afrique, le *Grevillea robusta* de l'Australie, plantés dans diverses voies de Tunis, feront, avec les essences précédentes, une merveilleuse ligne d'ombrage; le *Pavia californica* pourrait prendre la place du marronnier d'Inde.

Si, à ces beaux arbres à feuillage, on peut joindre quelques palmiers, Pritchardia filifères et robustes Cocos de Bonnet, C. plumeus, C. Dat; si l'on plante les formes vigoureuses, qui deviennent énormes, du dattier des Canaries, on obtiendra des effets absolument merveilleux, comparables aux perspectives des pays tropicaux.

Les Bambous largement fumés et abondamment arrosés peuvent donner aussi une végétation d'une extrême beauté.

L'Arboriculture comprend encore la défense des cultures contre les vents violents qui causent de très grands dommages, contre les maraudeurs et les animaux. Comme brise-vents, le Jardin d'Essai préconise un premier rang d'*Acacia cyclopsis* avec une seconde bordure de *Casuarina*, qui peuvent se déplacer à condition d'enlever en partie les branches et de décapiter les arbres jusqu'à quatre et cinq années; on peut encore employer des Eucalyptus ou des *Acacia*. Comme défense, on peut citer l'*Acacia eburnea*, l'A. de Farnèse, le *Porkinsonia* et les *Gleditschia*.

§ 3. — Arboriculture forestière.

Nous passerons très rapidement sur cette partie de l'Arboriculture, M. Loth ayant consacré un article aux Forêts de la Régence.

Le groupe des *Eucalyptus* et des Conifères fournira des sujets méritant d'être essayés; le *Cupressus*, le *Cryptomeria Japonica*, les divers genres *Pinus* qui fournissent le pitchpin, les Noyers (*Juglans*, *Nigra*, *Carya*, *Alba*, *Sulcata*), les *Araucaria*, les *Casuarina* réussiraient probablement dans les forêts tunisiennes.

Mais l'un des obstacles à ces plantations provient de l'impossibilité de se procurer des plants, même en nombre restreint, pour faire les premiers essais.

C'est pour ces premières expériences que le Jardin d'Essai sera particulièrement utile. Il fournit les plants jeunes, transportables en petits pots (godets), d'une taille très réduite et d'un prix infime, permettant la reprise absolument à coup sûr.

Un second obstacle, et qui n'est pas l'un des moindres, consiste dans le peu de sécurité que présentent ces plantations faites à l'aide d'éléments si jeunes. La dent du bétail (chèvre et chameau), les déprédations des Arabes, les incendies volontaires ou involontaires peuvent détruire, décourager, arrêter les courages les plus résolus. Malgré ces difficultés, il faut aller de l'avant, ce sont les premiers arrivés qui obtiendront les meilleurs résultats.

IV. — Plantes maraichères.

On a traité à part dans cette série d'articles sur la Tunisie la partie agricole qui concerne les plantes alimentaires; nous n'en étudierons ici qu'une partie plus restreinte : les plantes maraîchères; elles ne diffèrent pas de celles d'Europe, des régions sep-

[1] Consulter à ce propos un intéressant article de M. D. Bois, assistant au Muséum, dans le *Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 20 juin 1888, et les articles *Cereus* et *Echinocactus* du Dictionnaire d'Horticulture de M. Bois.

tentrionales ou des régions méridionales. Sous ce rapport, il ne semble pas qu'on ait grand' chose à emprunter à des pays plus chauds; ce sont, au contraire, ces pays qui empruntent à l'Europe ses variétés améliorées et ses graines de choix.

Il existe d'excellents marchands grainiers en France, en Italie, en Allemagne et en Angleterre. Nous avons, en France surtout, des marchands de premier ordre, qui ne laissent rien à désirer pour la haute valeur et le choix des semences qu'ils mettent en vente.

Pour les primeurs, légumes ou fruits, la préparation et l'emballage sont un des plus grands éléments de succès; on devra donc les surveiller tout spécialement.

Parmi les plantes qui se trouveront dans leur milieu naturel, on peut citer les artichauts, les tomates, les aubergines; on devra, d'ailleurs, pour le choix des produits à exporter, avoir les yeux sur ce qui se fait en Egypte, pour laquelle la Tunisie pourra devenir une sérieuse concurrente dans cette spéculation.

Il est nécessaire de dire que le marché de Tunis montre déjà de magnifiques produits maraichers, qui font grand honneur à la capitale de la Régence pour la variété et la beauté des légumes.

La main-d'œuvre est très différente de celle qu'on emploie aux environs de Paris et plus généralement près des grandes villes de France; la merveilleuse organisation du travail, telle qu'elle existe chez les Parisiens, les premiers maraichers du monde, ne peut être aisément obtenue ailleurs; elle est le résultat du concours de qualités natives rares et d'une éducation spéciale de la famille; dans aucun pays on ne voit une utilisation aussi parfaite du sol et des produits aussi beaux. Il ne semble pas qu'on puisse beaucoup changer l'organisation actuelle de la production maraîchère en Tunisie, à moins d'efforts spéciaux unis à des capitaux élevés.

V. — Plantes ornementales.

Les amateurs de jardins doivent chercher d'autres plantes et d'autres méthodes culturales que celles qui ont cours sous nos climats. En Tunisie, en effet, les géraniums deviennent des arbustes, les pyrèthres dorés, les Cinéraires blanches, les *Alternanthera* grimpent et font un effet déplorable, bien différent du port gracieux pour lequel elles sont recherchées en France. Il y aura donc lieu de chercher les plantes que l'on pourra cultiver. Les *Ixia*, les *Sparaxis*, les Composées, les Scrofularinées, les Labiées renferment des espèces de première valeur ornementale, qu'on pourrait essayer avec chances de succès.

Les expositions sont un stimulant puissant du progrès horticole; et il faudrait s'efforcer de les provoquer, de les rendre régulières et suivies. Il serait vivement à souhaiter qu'un personnage important, qu'une société locale disposant de quelques ressources, se missent à la tête du mouvement horticole en Tunisie. Dans ces conditions, les progrès pourraient être rapides, ainsi que le démontrent les exemples analogues qui se sont produits dans diverses régions de la France.

VI. — Plantes industrielles.

Dans cet ordre d'idées, les essais doivent être étendus avec une certaine circonspection.

La *canne à sucre* succombe actuellement sous les atteintes de la concurrence européenne de la betterave et sous les attaques de divers parasites.

Le *sorgho sucré* peut donner des résultats partiels dans des conditions spéciales; mais la coupe doit être faite tout d'un coup, sous peine de perdre la plus grande proportion de matière sucrée. Les semis successifs ne paraissent pas avoir donné de résultats très encourageants; le fourrage qu'on peut retirer des feuilles n'a pu être utilisé sans inconvénients en France; M. Heuzé et M. Cornevin déclarent cette plante dangereuse pour le bétail.

Le *coton* est l'une des cultures qui ont été le plus encouragées par le Gouvernement en Algérie; pendant la guerre de sécession, l'Amérique du Nord laissa tomber le chiffre de la production; c'était une occasion excellente de faire surgir dans notre colonie une production rivale; on fit de grands efforts principalement dans les départements d'Alger et d'Oran. Des succès locaux avaient fait naître de grandes espérances échafaudées sur des cultures trop restreintes et trop spéciales; le Gouvernement, des sociétés particulières donnèrent des primes, promirent des récompenses; l'industrie française était hautement intéressée à la réussite de ces expériences. Il a fallu délaisser cette culture, qui n'existe plus qu'à l'état de souvenir dans la province d'Oran.

Aujourd'hui les conditions économiques sont bien plus défavorables; les États-Unis ont rétabli leur puissante production, améliorant les méthodes d'exploitation, utilisant les produits jadis rejetés; l'extraction de l'huile de la graine, autrefois sans emploi, donne des bénéfices importants; la lutte devient donc beaucoup plus inégale qu'auparavant.

Ce qui fait défaut pour la culture du coton en Algérie, ce n'est ni l'habileté, ni l'ardeur, ni le courage de nos agriculteurs. Ce qui a empêché le coton de s'implanter, c'est le climat. Il faut une température chaude, un sol fertile et suffisamment humide pour permettre un bon développement. Mais, une fois la floraison survenue, il faut encore

que la maturation des fruits s'accomplisse sans pluie ; les coques s'entr'ouvrent à la maturité, laissant les flocons blancs exposés aux intempéries ; il est indispensable que, *du mois d'août à la fin de novembre, il n'y ait jamais de pluies* et que les cueillettes *successives* soient absolument assurées.

Or, en Algérie, il survient des pluies *accidentelles* de la fin de septembre à la fin de novembre. Elles sont irrégulières, courtes ou prolongées ; mais elles ne manquent jamais soit à un moment, soit à l'autre. Elles donnent des quantités d'eau souvent très faibles, inutiles pour l'agriculture, mais tombent en grosses gouttes et gâtent une partie de la récolte de coton. La météorologie des mois d'automne en Tunisie, même dans les points déjà très secs, offre la même irrégularité et la même allure. En Amérique la région consacrée à la culture du coton est parfaitement délimitée et rigoureusement définie par le climat. Il en est partout ainsi, pour les mêmes raisons. Dans les régions où l'on se contente d'une fraction de récolte, où l'on s'adresse à des plantes d'une autre espèce et où l'on a un climat très différent et une plante exigeant d'autres conditions, les résultats peuvent être autres.

L'Egypte est souvent prise pour modèle et le coton y est largement cultivé ; mais on ne doit pas oublier que l'Egypte est, pour ainsi dire, un lambeau du désert, transformé en oasis par les inondations du Nil, fleuve dont les eaux sont, non pas salées, mais riches en principes fertilisants.

En Tunisie, on ne pourra faire du coton sur une grande échelle que dans les régions où l'on sera assuré d'avoir une absence complète de pluies du milieu d'août à la fin de novembre, tout en ayant un sol suffisamment frais et fertile pour permettre à la végétation de se poursuivre dans de bonnes conditions. Si l'on s'écarte de ces conditions, on s'exposera à de grands risques. Il est certain que, dans le voisinage des régions à pluies très rares, on se rapproche des circonstances requises, mais alors l'irrigation devient absolument nécessaire, et l'on reste cependant encore soumis à l'irrégularité du climat. C'est la pluie qui compromet la récolte, en mouillant le contenu précieux du fruit *entr'ouvert* à la maturité.

Il existe au Turkestan des variétés diverses de coton, bien moins belles que les races à longue soie des Etats-Unis, et dont le fruit *demeure clos* à la maturité ; ces sortes de coton sont l'objet d'une culture étendue ; d'après M. Edouard Blanc [1], cette culture progresse d'une manière rapide, de telle sorte que la Russie arrivera à produire une masse énorme de ce précieux textile dans ses provinces nouvelles. Nous pourrions peut-être obtenir des récoltes utilisables à l'aide de ces races ; j'ai déjà envoyé, il y a plusieurs années, quelques-unes de ces graines au Jardin d'Essai de Tunis, et, grâce aux bons soins de M. Castet, elles paraissent y avoir prospéré. En avril 1896, j'ai pu en adresser un certain nombre de races variées, dues encore à l'obligeance de M. Edouard Blanc, qui connaît si bien la Tunisie ; il est probable qu'on aura d'ici peu des résultats précis sur la manière dont ces races se comportent.

L'utilisation du fruit clos exige une opération assez compliquée : il faut l'ouvrir, la bourre est très adhérente à la graine ; ce sont des difficultés nouvelles.

Dans les points où les pluies de fin d'été et d'automne sont à craindre, on emploiera ces variétés pour tenter la culture du coton. Dans les régions dépourvues de pluies d'automne on essaiera les races fines des Etats-Unis : mais en existe-t-il beaucoup en dehors des oasis ?

La *ramie* a donné lieu à une quantité immense d'essais de toute nature ; il est peu de plantes qui aient fait naître en vain autant d'espérances. La décortication est, en effet, l'écueil de son exploitation ; pour être économique, elle doit être faite à la main à l'aide d'un couteau en utilisant une main-d'œuvre sans valeur, des enfants, ainsi que cela a lieu en Chine.

Les *agavés* réussissent bien en Tunisie ; on pourrait y cultiver les variétés à fibres textiles qui donnent de si excellents produits en Amérique, dans les contrées les plus sèches. J'ai insisté sur ce fait, il y a quelques années, dans une communication à la Société nationale d'Agriculture ; mais la création de semblables cultures exige des essais préalables soutenus par de nombreux capitaux.

D'ailleurs, cette culture ne sera profitable, sans doute, que dans les conditions où elle ne pourrait être remplacée par aucune autre plus rémunératrice.

En Algérie les agavés (*A. Americana*), qui sont pourtant très inférieures à celles qui donnent le sisal et l'ixtle, sont mises en coupe réglée par des vagabonds qui en tirent des mèches de fouet, des cordes, etc. Ils utilisent les touffes qui garnissent les fossés et les terrains vagues en cueillant les feuilles extérieures (adultes). Soumises à ce régime, les agavés diminuent, semble-t-il, rapidement de nombre [1].

Quant aux *plantes à tanin*, en dehors des plantes indigènes de l'Afrique et de l'Europe, chêne, sumac, etc., on a conseillé diverses espèces, no-

[1] Voir l'article spécial de M. Ed. Blanc dans les Mémoires de la Société nationale d'Agriculture en 1894.

[1] Voir l'intéressante notice publiée par M. Van den Driesche, dans le *Bulletin de la Société de Géographie commerciale*, t. XII, 1889-90 ; p. 681.

tamment la Canaigre (*Rumex hymenosephalus*), sorte de Patience, qui réussit bien au Jardin d'Essai de Tunis; certains *Acacia* (*A. decurreus*, *mollissima*, *Crophylla*, etc.), connus sous le nom de *Black wattle*, ont une teneur considérable en tanin; le bois en est dense et peut être employé au tour et à l'ébénisterie. Malheureusement, ces arbres ne peuvent être obtenus que de graines, lesquelles germent mal en pleine terre, surtout si le sol est calcaire.

Les *plantes à parfum :* oranger, jasmin, géranium, rosat et autres espèces, exigent à la fois une culture très parfaite et une usine qui en utilise les fleurs.

Les *fruits desséchés* demandent une sorte de préparation industrielle, dans les régions où des pluies accidentelles surviennent au cours des opérations; la préparation des fruits desséchés, comme la distillation des fleurs, se rattache intimement aux questions culturales : là encore le choix de la variété à utiliser a une importance prépondérante : toutes les prunes ne fournissant pas de bons pruneaux, on ne devra pas faire de plantations sans des essais préalables et sans avoir des renseignements précis sur le produit de la vente.

On pourrait tenter dans les terres profondes et fertiles d'établir des plantations de Réglisse. La partie souterraine du *Glycyrrihza glabra* est vendue communément en France sous le nom de bois de réglisse, on en tire un extrait qui porte le nom d'*Extrait de Calabre* et qui paraît provenir exclusivement de ce pays peu éloigné de la Tunisie. Les graines peuvent servir à propager la plante qui drageonne énormément; le *Glycyrrihza echinata* donne un produit semblable.

VII.— Conclusions.

Les indications relatives aux plantes qu'il serait bon d'introduire et de cultiver dans le nord de l'Afrique, sont loin d'être toutes très nouvelles; dans la masse immense de publications sur ce sujet, faites avec ou sans compétence pratique, on trouve beaucoup de conseils, les uns bons, les autres mauvais. Il est facile de désigner d'abord les plantes qui sûrement ne donneront aucun bon résultat; mais il en est d'autres plus douteuses, pour lesquelles les insuccès sont probables, surtout pour les exploitations faites en grand.

Pour les vastes opérations, notamment, la plus grande prudence est nécessaire avant de les entreprendre. On ne peut rien conclure de définitif, ainsi que nous l'avons dit plus haut, en s'appuyant sur des essais restreints en terre de jardin, exécutés sous l'œil vigilant d'un expérimentateur assidu. Il faut livrer les plantes, en grand nombre, aux hasards des larges surfaces et des conditions aléatoires du climat et de préparation du sol.

Après plusieurs années pendant lesquelles on aura étudié et reconnu les causes des insuccès, lorsqu'on aura pu les éliminer et les atténuer, alors, et alors seulement, on pourra étendre la surface consacrée à ces plantes. Procéder autrement, c'est courir à la ruine.

Avant de commencer une expérience de culture, il sera bon de voir comment elle aura réussi au Jardin d'Essai; on y trouvera les premiers élément sd'information, mais il faudra les contrôler soi-même, chez soi, par des observations préalables.

L'initiative individuelle est excellente, mais le colon n'a pas toujours le temps ou les moyens d'y consacrer ses loisirs et son argent; il a sous les yeux le moyen de s'épargner des déboires et des dépenses.

Maxime Cornu,
Professeur de Culture
au Muséum.

Appendice

La loi interdit l'introduction des végétaux vivants en Tunisie. Une interdiction semblable existait, autrefois, pour l'Algérie : il y a deux années seulement, M. Viger, Ministre de l'agriculture, l'a, en partie, levée; mais il y subsiste encore beaucoup d'entraves.

Les prescriptions rigoureuses contre l'introduction des plantes vivantes dans la Régence proviennent de la crainte que les racines n'introduisent le terrible phylloxera; mais c'est toujours par *des plants de vigne phylloxérés, apportés près ou dans un vignoble*, qu'a lieu la première invasion du fléau, dans un pays indemne jusqu'alors. Hâtons-nous donc de le dire, la vigne seule est dangereuse; c'est contre elle qu'on devrait accumuler toutes les suspicions, toutes les rigueurs, toutes les pénalités, et en proscrire sous toutes les formes le commerce avec l'extérieur de la Régence.

Mais, sans autoriser l'introduction libre des plantes, ne pourrait-on faire fléchir cette loi rigoureuse en faveur de l'établissement de l'Etat, qui a pour mission, justement, de répandre les espèces utiles? Le Jardin d'Essai *seul*, et sous le contrôle efficace du Gouvernement, pourrait recevoir des plantes : cette permission rendrait sûrement les plus grands services. Elle enlèverait toute excuse aux fraudes qu'une interdiction absolue amène toujours, fraudes dont le résultat infaillible a été, par tous les pays, de propager le phylloxera. Mais alors le Jardin ne devrait cultiver aucun pied de vigne dans son périmètre. La propagation, la multiplication et la vente des vignes serait confiée à un service tout à fait indépendant et n'ayant aucun échange avec le service ordinaire du Jardin.

M. C.

LES BESOINS GÉNÉRAUX DE L'AGRICULTURE EN TUNISIE

LA CULTURE DES CÉRÉALES ET L'ÉLÈVE DU BÉTAIL

Les besoins de l'Agriculture en Tunisie se rapportent à un ensemble très complexe : au régime de la propriété et de la main-d'œuvre, aux diverses cultures qui conviennent aux différentes régions naturelles du pays. Plusieurs de ces questions faisant, dans cette livraison même, l'objet d'études spéciales [1], *le présent article considérera uniquement :*

1° *Les besoins généraux de nos colons tunisiens, notamment ceux dont la Direction de l'Agriculture a le plus à s'occuper ;*

2° *La culture des Céréales et l'élève du Bétail.*

Parmi les questions générales, il comprendra celles qui ont trait au bilan des exploitations agricoles.

L. O.

1re Partie : Besoins généraux du colon.

De l'ensemble des constatations que j'ai pu faire en parcourant un assez grand nombre d'exploitations dans la région du Nord et du Centre de la Tunisie, il me paraît résulter qu'on peut rattacher à trois catégories principales les colons établis jusqu'ici :

1° *Colons à gros capitaux*, opérant individuellement ou par association ; sociétés financières, etc. ;

2° *Colons* que j'appellerai *moyens*, opérant individuellement avec des capitaux relativement restreints. Cette classe embrasse diverses catégories d'individus : les uns sont des cultivateurs français connaissant leur métier et dont le succès est assuré, si les conditions dans lesquelles ils ont choisi la terre qu'ils veulent mettre en valeur sont convenables ; les autres, mal préparés à faire de l'agriculture, ont de la peine à réussir et sont conduits fréquemment à chercher dans la sous-location de leur domaine l'intérêt du capital qu'ils ont engagé dans leur exploitation ; enfin, des fonctionnaires ont été amenés, en assez grand nombre déjà, à créer un petit domaine dans le voisinage des villes qu'ils habitent et paraissent s'en trouver bien ;

3° *Petits colons*, ouvriers agricoles ou urbains, disposant d'un très petit capital, fruit de leur travail journalier, et réussissant, soit seuls, soit en s'associant, à défricher peu à peu quelques hectares de terre et à les mettre en valeur.

L'acquisition à prix ferme, suivie de l'immatriculation, est le mode choisi presque exclusivement par les colons à gros capitaux. Pour les colons moyens et, *à fortiori*, pour les petits, il est à souhaiter que les acquisitions sur l'État puissent être faites à *enzel*, c'est-à-dire au moyen d'une rente perpétuelle, rachetable ou non au gré des acquéreurs, et non à prix ferme, exigible d'un seul coup [1].

D'après ce que j'ai vu, cette classe de colons (colons moyens) peut attendre de son travail, au bout de quelques années, des bénéfices au moins égaux à ceux qu'elle réaliserait dans la Métropole, en opérant dans les mêmes conditions (capitaux, nature du sol, etc.), avec cette différence, toute en faveur de la colonisation, que les colons auront la possibilité d'étendre leurs cultures sur de beaucoup plus vastes terrains qu'en France, sans nouvelles acquisitions. En effet, le terrain que le colon peut se procurer ici pour un prix d'*enzel* déterminé, sera beaucoup plus étendu que celui qu'il pourrait acquérir en France avec une aussi faible mise de fonds. Il peut donc prévoir une extension de ses cultures impossible à réaliser par lui dans la Métropole.

Il est à souhaiter que les aliénations du domaine par voie d'*enzel* portent, le plus possible, sur des terres de bonne qualité, n'exigeant pas de trop grandes dépenses de débroussaillement ou de défrichement. De plus, il importe que les terrains ne soient pas situés trop loin des centres de la population et des voies de communication. L'isolement, la difficulté de trouver un médecin, l'éloignement trop grand d'une école, etc., sont, pour des colons français, un obstacle sérieux à l'acclimatement ; ils peuvent même éloigner de la colonisation des hommes habitués à vivre en France.

Les petits colons (ouvriers, manouvriers, etc.) doivent pouvoir trouver du travail dans le voisinage de leur petit lopin de terre, afin de se procurer, par leurs salaires, les ressources en argent qui leur font défaut.

Quelles sont les cultures à recommander aux colons à leur début? Ce point mérite d'appeler tout particulièrement l'attention. La culture de la vigne, qui a été jusqu'ici la base et l'objectif des grandes exploitations me semble devoir être, à l'avenir, reléguée au second plan [2].

---

[1] Outre l'article ci-dessus de M. Maxime Cornu, voyez ci-après les articles consacrés par M. P Bourde à la Viticulture, par le Vte de Lespinasse-Langeac à la culture de l'Olivier, par M. J. Chailley-Bert aux conditions sociales et économiques de la colonisation en Tunisie. L. O.

[1] Voyez plus loin l'article de M. J. Chailley-Bert.

[2] Les 6.500 hectares de vignes plantées actuellement

La culture de l'olivier, dont la belle étude de M. Bourde a mis en relief l'importance et la productivité, paraît encore susceptible de grands développements; mais il ne faut pas méconnaître la surproduction possible de l'huile d'olive lorsque les plantations des terres seront en plein rapport [1].

Les céréales et l'élevage du bétail me paraissent devoir être tout particulièrement visées par la moyenne colonisation. Dans la région nord, on peut obtenir, avec la *culture française*, 10 à 12 quintaux de blé, avec une dépense moyenne de 100 fr. à l'hectare, dans des terres où l'indigène n'arrive pas toujours à obtenir 4 quintaux avec la culture arabe. Le perfectionnement des races du bétail indigène, par voie de sélection pour l'espèce bovine, par l'introduction du bélier de Crau ou d'Andalousie pour l'espèce ovine, semble appelé à un grand avenir; la production du fourrage, l'extension du sulla, partout où la nature du sol s'y prête, le fenugrec presque partout, doivent conduire le moyen colon au développement de l'élevage. Il semble qu'il y doive trouver un profit assuré. Avant tout, les futurs colons doivent se garder de la *monoculture*.

Améliorer la production fourragère, créer par voie de sélection et non par introduction de races étrangères une race bovine plus productive en lait et en viande; remplacer le mouton à grosse queue par le mouton à queue fine, telle paraît être la voie à suivre. L'élevage de la volaille appelle aussi des améliorations : nos bonnes races françaises réussissent en Tunisie; j'y ai vu de très belles poules de Houdan, des pintades, des canards, etc. La culture maraîchère, celle de quelques arbustes, amandiers, câpriers, poivriers, etc., doivent aussi être productives pour le petit colon, lorsqu'il peut, à l'aide de puits, se procurer l'eau nécessaire à la culture maraîchère.

En un mot, la Direction de l'Agriculture de la Régence doit se préoccuper de mettre à la disposition du moyen et du petit colon des terres de bonne qualité ; les lui céder, autant que possible, par voie d'*enzel* et guider les colons dans le choix de ses cultures, céréales, fourrages, etc. L'introduction de cultures nouvelles fera également, de sa part, l'objet d'expériences propres à renseigner les cultivateurs.

I. — Enseignement agricole. — Météorologie. Inspection de l'agriculture.

La mission capitale de la Direction de l'Agriculture peut en Tunisie, comme en France, se résumer en deux mots : renseignements et enseignement. Le colon doit trouver, à la Direction de l'Agriculture, toutes les indications générales de nature à lui épargner, le plus possible, les écoles et les déboires si fréquents au début d'une exploitation. Il est à souhaiter que, dans un avenir prochain, ce service public soit en mesure de renseigner le colon débutant sur les conditions climatériques, culturales, etc., particulières aux terrains dont il veut devenir acquéreur.

Tout ce que j'ai vu en Tunisie, dans le Nord, dans le Centre et dans le Sud, m'a conduit à penser qu'aucune généralisation n'est possible, *a priori*, pas plus en ce qui regarde l'organisation de l'agriculture dans les diverses régions qu'en ce qui concerne les indications et les conseils à donner aux colons. La mise en valeur et le mode d'exploitation du sol dépendent de nombreuses conditions essentiellement variables d'un lieu à l'autre (nature des terres, climatologie, etc.); ils comportent, pour ainsi dire, autant de solutions qu'il se présente de cas particuliers. C'est à déterminer ces conditions par des études *locales* que doit s'attacher la Direction de l'Agriculture, à l'aide de ses inspecteurs, dont le rôle le plus efficace me paraît devoir être de se mettre en rapport avec le plus grand nombre de colons possible ; d'étudier chez eux les conditions de succès et les causes d'insuccès, afin de pouvoir renseigner, sur les uns et sur les autres, les colons à venir.

Le moment ne me semble pas encore venu de créer en Tunisie l'enseignement agricole proprement dit, en y transportant les institutions de la Métropole. La création d'écoles d'agriculture, de professeurs ayant les attributions de nos professeurs départementaux, serait prématurée, à mon avis. Le recrutement des professeurs répondant aux besoins de la culture tunisienne, serait aussi difficile pour le moment que leurs auditeurs seraient rares, en dehors de Tunis. Il y a, semble-t-il, à l'heure actuelle, pour la Direction de l'Agriculture, plus à étudier qu'à enseigner. Les variétés du sol, du climat, les conditions locales, etc., sont telles que toute généralisation des méthodes, des procédés culturaux serait, comme je le dis plus haut, prématurée et dangereuse. L'enseignement *didactique* de l'agriculture n'a pas encore sa place marquée en Tunisie.

Les véritables centres d'instruction agricole sont

pourront produire, dans un avenir peu éloigné, environ 500 000 hectolitres de vin, dont l'exportation, mode presque exclusif de placement, sera difficile lorsque la reconstitution du vignoble français, qui marche à grands pas, sera terminée (la production française arrivera prochainement à 60 millions d'hectolitres de vin). A l'avenir, pour les nouveaux colons, la culture de la vigne devra donc être réduite à de faibles espaces, quelques hectares seulement, au maximum, dans la moyenne et la petite propriété.

[1] Dans une certaine limite, la moyenne et la petite propriété devront donc appliquer à l'olivier les restrictions que nous venons de formuler en ce qui regarde la culture de la vigne.

chez les colons qui ont réussi. C'est chez eux que les jeunes gens désireux d'entreprendre la colonisation trouveront les éléments les plus sérieux d'instruction. Le Protectorat, en entrant, comme il l'a fait, dans la voie de la création de petits centres d'instruction chez tel ou tel colon, en aidant ces derniers à construire un local destiné à recevoir quatre ou cinq élèves, concourt beaucoup plus utilement et plus rapidement à l'éducation agricole qu'il pourrait le faire par la création de quelques écoles loin des centres de population, écoles qui n'auraient pour l'instant qu'un avenir problématique.

La Direction de l'Agriculture possède un *Jardin d'Essai* d'une surface de 30 hectares. J'estime qu'on peut, dès à présent, y instituer, comme se le propose M. Dybowski, de très utiles recherches expérimentales sur les races d'animaux domestiques, sur l'alimentation du bétail, sur l'introduction, le mode de culture et la propagation de nouveaux fourrages, etc. Le *Jardin d'Essai* étant irrigué par les eaux d'égout de la ville, on ne peut songer à y faire des essais sur la fumure du sol ; celui-ci se trouvant, par le fait de l'irrigation, abondamment pourvu de principes fertilisants, les essais d'engrais commerciaux ne donneraient pas de résultats probants.

Les essais de fumure doivent être faits chez les colons eux-mêmes, d'après les indications de la Direction de l'Agriculture, basées sur la nature des sols analysés au laboratoire de la Direction, et les observations recueillies chez les colons sur les rendements obtenus jusqu'ici dans leurs sols sans fumure minérale, pour la plus grande partie.

J'ai pu constater, dans les nombreuses visites d'exploitations que j'ai faites pendant mon séjour, l'empressement que les colons mettraient à faire des expériences dans les diverses directions qui leur seraient indiquées.

Ces expériences multipliées le plus possible dans les sols divers, pour les récoltes les plus importantes, conduiraient nécessairement à des conclusions pratiques dont profiteraient à l'avenir les colons exploitant des terres placées dans des conditions analogues à celles où se trouvent celles qui auraient servi à ces essais.

On pourrait appeler à suivre les expériences du *Jardin d'Essai* un certain nombre de jeunes gens qui appliqueraient ensuite, soit chez les colons existants, au service desquels ils entreraient, soit sur les terres qu'ils pourraient acquérir, les connaissances théoriques et pratiques qui leur seraient données dans cette école d'un genre particulier.

Le jour où le Gouvernement décidera la création d'une école agricole, c'est à Tunis, au *Jardin d'Essai*, qu'il faudra la créer ; elle devra relever de la Direction de l'Agriculture et non de celle de l'Enseignement.

Je ne pense pas que les instituteurs soient, quant à présent du moins, suffisamment préparés à donner l'enseignement agricole, qui, je ne saurais trop y insister, devra être modifié suivant les conditions si variables où se trouvent placés naturellement les cultivateurs tunisiens. J'ai toujours considéré, d'ailleurs, que la tâche de l'instituteur, en France comme en Tunisie sans doute, est déjà suffisamment lourde pour que l'on n'y ajoute pas un enseignement pour lequel, forcément, les connaissances techniques lui feront défaut.

Les variations considérables que présente le climat tunisien, notamment sous le rapport de la température et des chutes d'eau pluviale, donnent une importance toute particulière aux observations météorologiques.

Ce service me paraît devoir être, sans aucune hésitation, rattaché à la Direction de l'Agriculture et centralisé par elle. Son organisation doit être complétée. La Direction de l'Agriculture aura à déterminer, par une enquête attentive, les points du territoire où il est indispensable de recueillir les observations. Il faut notamment rétablir l'observatoire d'Aïn-Draham, point particulièrement intéressant par l'abondance des pluies qu'il reçoit.

Je n'ai pas, cela va sans dire, la prétention de tracer à la Direction de l'Agriculture le programme de la mission si importante qui lui incombe ; j'ai cherché seulement à résumer la nature des services que les Français désireux de venir s'établir en Tunisie attendent d'elle.

Indiquer à l'avance, d'une façon précise, la nature, l'étendue et la qualité des lots à la disposition des futurs colons, sera, pensons-nous, l'un des moyens les meilleurs de les attirer.

Le directeur de l'Agriculture, par une connaissance approfondie de toutes les conditions si variables de l'agriculture tunisienne, sera en mesure de renseigner les futurs colons sur tous les points qui intéressent l'avenir de ces entreprises.

Le sol de la Tunisie n'est pas épuisé, comme on l'a dit à tort sans en apporter aucune preuve, et son climat ne semble pas avoir changé notablement depuis l'occupation romaine. Je ne pense pas que, sauf les oliviers dont le nombre a diminué, la culture forestière y ait jamais été beaucoup plus étendue et plus florissante qu'aujourd'hui. Je ne crois pas non plus que le régime des eaux soit profondément modifié et qu'à aucune époque on ait pu irriguer de grandes étendues de terrain. L'alimentation des villes, l'irrigation des *jardins*, paraissent avoir été l'objet principal, sinon unique, des canalisations dont on trouve

de si nombreux vestiges de l'époque romaine. L'avenir colonial de la Tunisie me paraît certain, et c'est à en convaincre les habitants de la Métropole que doivent tendre les efforts de ceux qui, comme moi, en sont persuadés par la constatation des faits étudiés sur place sans aucune idée préconçue.

II. — Bilan d'un colon moyen.

Le colon qui veut s'établir en Tunisie a le choix entre trois systèmes d'exploitation du sol : la location du terrain, l'achat ferme du terrain et le métayage ou location moyennant un certain partage des produits du domaine. L'un ou l'autre de ces procédés sera préférable suivant les ressources dont dispose le colon et l'appréciation qu'il fera des avantages et des inconvénients présentés par les divers systèmes.

Le Gouvernement de la Régence a écarté d'une façon absolue le régime de la concession gratuite de terrains aux colons, qui n'a d'ailleurs donné que des résultats déplorables en Algérie ; on observe également un insuccès constant chaque fois qu'une tentative de colonisation agricole est faite avec le concours de capitaux insuffisants.

Il faut donc acheter, louer ou prendre à métayage la propriété sur laquelle on veut s'établir. Prenons pour point de départ la mise en valeur d'une surface de 50 hectares, qui est considérée, par les hommes compétents, comme l'objectif à proposer à la moyenne colonisation. Dans le nord de la Tunisie, région propre à la culture des céréales et à l'élevage du bétail, qui en est le complément indispensable, le terrain se vend de 100 à 200 fr. l'hectare, soit 5.000 à 10.000 fr. pour le domaine que nous considérons. Si, au lieu d'un achat ferme, on loue à enzel, c'est-à-dire moyennant une rente perpétuelle égale à l'intérêt du capital, soit 250 ou 500 fr., on peut devenir usufruitier d'un domaine de même étendue. Si l'enzel qu'on a pris est rachetable, c'est-à-dire peut devenir la propriété définitive de l'enzeliste à un prix convenu au moment de la location, on a le double avantage de n'engager au début de l'exploitation qu'une part insignifiante de son capital et de pouvoir se rendre propriétaire le jour où, sur les bénéfices, on sera en mesure d'acquitter sans gêne le prix du domaine. Une combinaison analogue permettrait, avec un capital restreint, de prendre à enzel une propriété de grande étendue, qu'on mettrait progressivement en valeur au fur et à mesure de ses profits.

Le terrain acheté sera nu ; il faudra donc y faire le plus économiquement possible les constructions nécessaires. Nous donnerons un spécimen des dépenses correspondant à l'organisation d'une exploitation de 50 hectares basée sur le devis suivant :

	HECTARES
Terres à céréales soumises à l'assolement quadriennal	32
Pâturages ordinaires	8
Pâturages près de la maison	1.50
Plantation de cactus	3
Fermes, chemin d'accès, jardins, plantations d'eucalyptus	1.50
Vignes	4
Total	50 »

En laissant de côté le prix d'achat ou de location du terrain, M. Trouillet, colon à Toungar, estime à 10.000 fr. le capital nécessaire pour assurer, dès la première année, l'organisation et le fonctionnement d'un tel domaine. Ce capital se décompose ainsi :

Capital foncier. Maison d'habitation, écuries, magasins, défrichements, jardins	3.200 fr.
Cheptel. Charrue, herse, voiture, instruments	515
Matériel d'intérieur. Instruments, brouettes, harnais, colliers, sacs à grains	360
Bêtes de trait et basse-cour. 1 cheval, 4 bœufs de labour, 4 bœufs jeunes, 10 vaches, 5 génisses, 5 taurillons, 1 porc, volailles	3.030
Capital de roulement. Semences	452
Fourrages. Orge, foin, paille	165
Paye des ouvriers, nourriture et imprévu	2.278
Total	10.000 fr.

M. Saurin, colon à Tebeltech, a dressé, pour frais de premier établissement d'une ferme de 50 hectares, le bilan suivant, qui se rapproche beaucoup du précédent, mais auquel il ajoute l'achat du terrain :

Achat du sol	10.000 fr.
Maison	1.500
Ecurie	1.700
Puits et abreuvoir	600
Cheptel (8 bœufs, 20 à 25 vaches ou brebis)	3.400
Avances diverses	800
Total	18.000 fr.

Les dépenses obligatoires des années suivantes n'excèdent guère 1.500 francs, comprenant :

Deux ouvriers indigènes pendant 300 jours à 1 fr. 20 par jour	720 fr.
Auxiliaires pendant la moisson	280
Entretien et renouvellement du matériel	300
Impôt	50
Imprévu	150
Total	1.500 fr.

La valeur des produits résultant des ventes annuelles peut être évaluée au minimum à 4.200 fr. provenant des grains, blé, avoine, lin, des bestiaux, bœufs ou vaches. Le bénéfice du colon serait donc de 2.700 francs, et, en déduisant l'intérêt du capital engagé (15.000 à 20.000 francs), la rémunération du colon serait donc de 1.950 à 1.700 francs.

En résumé, à la condition de posséder les qualités personnelles essentielles au succès de toute entreprise, et propriétaire d'un modeste capital, le

cultivateur français est assuré de réussir; mais il ne doit pas oublier qu'il irait à un échec presque certain, si l'une ou l'autre de ces conditions n'était pas remplie par lui.

2e Partie : La Culture des Céréales et l'Elevage.

I. — La Culture du blé.

Nous venons d'examiner le bilan d'un colon disposant, en dehors du prix d'achat ou de location du sol, d'un capital de 10.000 francs. Je voudrais maintenant, en me basant sur le mode d'exploitation que nous venons de citer, examiner la marche des opérations d'un petit domaine soumis à l'assolement quadriennal et démontrer que la production du blé en Tunisie peut être rémunératrice à condition de l'appuyer sur la production fourragère, c'est-à-dire sur l'élevage et, par suite, sur la fabrication du fumier.

§ 1. — Nécessité d'un assolement convenable.

La plupart des agriculteurs tunisiens, n'étant pas propriétaires du sol qu'ils cultivent et le détenant en vertu de baux à courts termes, ne changent rien aux errements séculaires; les propriétaires et principaux locataires des grands domaines pratiquent l'assolement biennal, se réservent les meilleures parcelles et ne les labourent qu'une année sur deux. Ils ensemencent toujours sur jachère pâturée, sur jachère morte ou sur jachère verte. Dans les contrées où la terre est rare, les petits propriétaires faisant valoir 10 à 30 hectares sont obligés, par les exigences des principaux locataires, à suivre un assolement triennal. Leurs semailles sont faites, partie sur jachère pâturée, partie sur chaumes de l'année précédente. Les parcelles qui portent deux céréales de suite sont laissées en jachère pendant un an. Les rendements sont excessivement faibles et n'atteignent pas, année moyenne, 4 à 5 quintaux de grains à l'hectare, les indigènes préférant déplacer leur douar et incendier les fumiers sur place plutôt que de les porter dans les champs.

En Tunisie, comme en Algérie, les premiers colons ont eu, en général, le tort de pratiquer, dès leur arrivée, la culture extensive du blé sur des surfaces mal préparées et que, faute de bétail, ils n'avaient pas la possibilité de fumer. Pendant les premières années, la terre, profondément remuée par les charrues françaises, bien aérée et ameublie par l'action d'instruments perfectionnés, a donné de belles récoltes; les rendements, dans l'assolement biennal indigène, ont passé de 4 à 8 quintaux à l'hectare.

La paille, abondante sous le climat tunisien, aurait dû inviter les colons à la production du fumier; mais, au lieu de cela, on l'a considérée comme l'indice d'une fertilité inépuisable de la terre et on l'a laissé perdre. Après quelques années, les rendements ont diminué; ils sont tombés au-dessous de ceux que donnait la culture arabe, et on en était venu à considérer que la culture du blé et de l'orge était possible seulement aux mains des indigènes; mais ceux des colons qui étaient cultivateurs de profession ont compris que les façons culturales ne suffisent pas, dans la plupart des terres, à l'obtention de rendements élevés; ils ont senti promptement la nécessité de restituer au sol, par la fumure, les éléments exportés par les récoltes.

Comme on ne pouvait songer à employer les engrais commerciaux d'un prix très élevé et d'un transport onéreux, les colons observateurs et instruits ont été amenés à créer des troupeaux pour transformer la paille en fumier. La nécessité de produire des fourrages pour nourrir les animaux a naturellement conduit à établir une rotation entre la partie des terres consacrée aux céréales et celle destinée au bétail. De là sont nées les tentatives d'assolements réguliers, qui ont amené la culture des céréales à produire, sur de moindres espaces, des quantités de grains bien supérieures à celles que donnaient les emblavures, alors qu'elles occupaient la totalité des terres. Les rendements de 10 quintaux sont devenus fréquents; ceux de 12 à 14 quintaux ne sont pas exceptionnels; enfin on arrive jusqu'à récolter 22 quintaux de blé à l'hectare.

La première préoccupation du colon qui s'installe dans le nord de la Tunisie doit donc être le choix d'un assolement permettant l'élevage d'un bétail assez nombreux pour fournir la quantité de fumier nécessaire à l'entretien de ses cultures. On doit écarter l'assolement biennal comme ne permettant pas l'entretien du bétail, et l'assolement triennal — jachère, céréales, fourrage — comme insuffisant au point de vue du revenu, une seule année de céréales sur trois ne pouvant conduire à une rémunération suffisante du capital et des frais de culture.

Un des principaux colons tunisiens, M. Trouillet, que nous avons déjà cité, a été amené dans son domaine de Toungar, après quatre années d'expériences, d'observations et de tâtonnements, à adopter trois assolements quadriennaux en rapport avec la diversité des terres :

Assolement de la plaine. Terrain profond et relativement frais.

1. Jachère verte (lin, fèves, pois, maïs, fourrage).
2. Blé.
3. Avoine.
4. Sulla (Sainfoin d'Algérie).

Assolement des coteaux. Terre légère, peu profonde.

1. Fève ou lin semé à l'automne. Reçoit 25.000 kgs de fumier à l'hectare.

2. Avoine [1] ou orge.
3. Jachère pâturée.
4. Avoine ou orge.

Assolement au sulla.

1. Sulla fauché, rentré comme foin ou consommé en vert.
2. Blé ou avoine (pas d'orge).
3. Sulla pâturé par les bœufs ou les vaches, pas par les moutons; on fait pâturer pour détruire les graminées qui, en se resemant, étoufferaient le sulla.

Le labour pour céréales, qu'on pratique après le sulla, coupe les tiges souterraines et les racines de cette plante, mais les graines tombées germent l'année suivante et reconstituent la prairie. Les céréales ont fourni leur récolte entre deux sols du sulla sans détruire celui-ci.

Fig. 1. — *Labourage près de la propriété Pilter, à Ksar-Tyr, sur la route de Tunis à Alger.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

§ 2. — **Rendement et prix de revient du blé dans l'assolement quadriennal.**

Cherchons quels bénéfices peut espérer, de la culture du blé, un colon dont le domaine, de 50 hectares, est soumis aux assolements que nous venons de citer.

[1] L'avoine, en Tunisie, arrive en pleine maturité de bonne heure et fait généralement prime de 1 fr. par quintal sur le marché de Marseille.

Le capital total engagé, en dehors du prix de la terre, est de 10.000 francs, dont l'intérêt et l'amortissement au taux habituel sont de 1.000 francs, soit, pour chaque sole, 250 francs. Chaque sole étant de 8 hectares (l'étendue du terrain de 50 hectares soumis à l'assolement étant de 32 hectares) la production du blé doit donc à peu près supporter par hectare :

$\frac{250}{8}$ = ...	31 fr.
Location annuelle de la terre.....	6
Conduite et épandage du fumier (25.000 kgs à 1 fr.) dont moitié à supporter par la sole blé.....	12.50
Labours, hersage, sarclage.....	17
Moisson à la moissonneuse-lieuse et rentrée.	16
Impôt.....	4
TOTAL.....	86.50

Supposons un rendement de 10 quintaux, semence déduite :

Le prix de revient du quintal est de $\frac{86.50}{10}$ =	8 fr. 65
Le dépiquage revient à.....	1.50
Transports.....	1
TOTAL.....	11.15

L'élévation de ce prix de revient, qui laisse à

peine un bénéfice de 35 francs à l'hectare, tient à la faiblesse des rendements qui, par un emploi convenable des engrais (engrais phosphatés), pourraient être de beaucoup augmentés.

C'est ainsi qu'avec un rendement de 14 quintaux à l'hectare, on aurait un bénéfice de 70 francs.

Ma conviction, d'après ce que j'ai vu, est que ce chiffre de 14 quintaux sera dépassé, lorsque les colons utiliseront les immenses ressources en phosphates qu'offrent la Tunisie et l'Algérie.

Il va sans dire que tout ce qui précède ne s'applique qu'aux régions tunisiennes favorables à la culture des céréales : on ne saurait trop se garder de généralisation en ce qui regarde la Tunisie. Le premier soin de l'agriculteur qui veut s'y établir doit être de chercher le point favorable à l'un des modes d'exploitation qu'il se propose ; de l'adaptation du milieu aux cultures dépendra le succès de son entreprise.

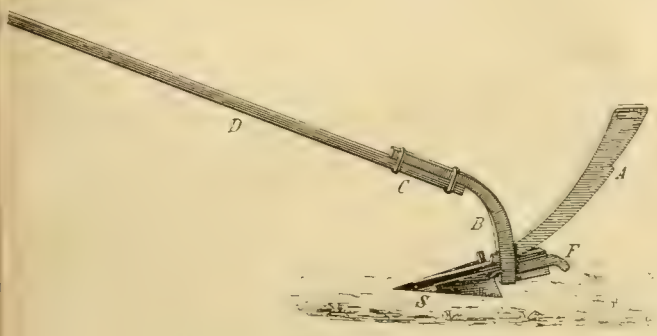


Fig. 2. — *Araire dental arabe.*

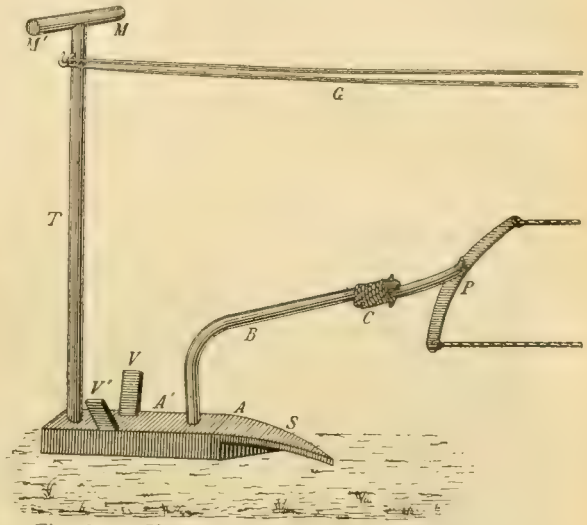


Fig. 3. — *Charrue primitive de l'oasis d'Oudref.*

Fig. 4. — *Indigène labourant son champ avec un chameau.*
Photographie de M. S. Journo. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

II. — L'outillage agricole de l'indigène.

La plupart des instruments et des coutumes indigènes en Tunisie portent l'empreinte de la civilisation romaine, et l'art de cultiver le sol n'a pas fait un pas chez l'Arabe : son matériel d'exploitation est aujourd'hui ce qu'il était, il y a quinze ou seize siècles. Les admirables collections réunies dans le palais du Bardo, organisé en 1888 par M. de La Blanchère, le démontrent surabondamment. On y voit notamment deux mosaïques découvertes par M. P. Gauckler dans la villa des Laberii à Oudna (ancienne Uthina) et où l'on retrouve les instruments encore actuellement employés dans le douar de l'Arabe.

Aujourd'hui comme il y a 1.600 ans, l'outillage agricole du laboureur tunisien se compose d'un unique instrument aratoire : c'est un araire très primitif, que les agriculteurs méridionaux nomment l'araire dental (fig. 2). Sa construction est très simple : un age DB de 3 mètres de long est formé

d'une ou deux pièces de bois grossièrement équarries. A la partie inférieure de l'age s'attache un sep en bois, armé d'un soc en fer de lance S : un manche unique FA sert à guider la charrue. Les trois pièces principales de cet outil primitif se trouvent dans un même plan; il résulte de cette disposition que la charrue abandonnée à elle-même tombe sur un de ses côtés; si elle se trouve, par hasard, sur un terrain recouvert de gazon, elle devient invisible. Cet instrument s'attache directement au joug par une lanière en cuir. L'age s'engage dans la boucle que forme la lanière et s'y trouve maintenu à l'aide d'une cheville : c'est au moyen de la position de cette cheville, fixée au gré du laboureur dans l'un des trous figurés à l'extrémité de l'age, que celui-ci règle la profondeur du labour.

Dans le nord de la Tunisie, le labour indigène se fait au bœuf, à la vache ou au cheval. Dans le centre, l'âne et le chameau (fig. 4) sont aussi employés à ce travail ; enfin, il n'est pas jusqu'à la malheureuse femme (fig. 1) que l'Arabe n'attelle à la charrue en compagnie d'une vache ou d'un âne.

Que l'attelage soit composé de bœufs, chevaux, ânes ou mulets, l'appareil de traction est toujours un joug, d'une construction aussi rudimentaire que la charrue. Il consiste en une pièce de bois, généralement en hêtre, longue de $1^{m},20$ à section rectangulaire. Aux extrémités on a ménagé deux échancrures légèrement arrondies. Chacune de ces parties arrondies repose sur le garrot des animaux accouplés : une corde passe sous la gorge de l'animal et maintient le joug en place.

Pour donner leur force, les attelages doivent donc, d'une part, endurer la douleur que provoque la compression des muscles entre le joug et les vertèbres cervicales, et, de l'autre, subir un commencement de strangulation causé par la cordelette qui presse sur le larynx. La somme de travail fournie est très faible et la longueur de la raie que la charrue peut ouvrir sans arrêt, ne dépasse pas 20 mètres. Les labours effectués sont des plus médiocres; la charrue arabe, n'ayant ni coutre ni versoir, entame le sol exclusivement sur la largeur du soc; la pointe de celui-ci peut pénétrer à 8, 10 ou 12 centimètres, mais, entre chaque sillon, il reste une bande de terre qui n'est ni rompue, ni remuée.

Fig. 5. — *Puits arabe.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

L'araire dental, si primitif qu'il paraisse, peut être considéré comme un outil perfectionné quand on le compare à la charrue représentée par la figure 3. Cet instrument, dont j'ai pris le croquis dans l'oasis d'Oudref, constitue la charrue la plus élémentaire qu'on puisse imaginer. Il se compose : 1° d'un plateau AA', sorte de sep terminé par un soc S, qui ne peut pénétrer qu'à une faible profondeur dans le sol (5 à 7 centimètres); 2° d'une tige T, au sommet de laquelle est cloué un bois rond MM' qui sert

de mancheron. Une autre tige en fer grossièrement forgé B est reliée en C par une corde d'alfa au palonnier P. Deux cordes d'alfa de 3 mètres de longueur vont s'attacher à un collier rustique sur le cou du chameau qui presque partout sert à la traction de l'instrument. Deux rênes G, de 4 mètres de long, partent du mancheron, s'attachent à la mâchoire, au-dessous de la muselière que porte le chameau et servent à diriger les mouvements latéraux de celui-ci. Cette charrue est faite en bois d'olivier brut; les deux planchettes en bois V et V' représentent les versoirs. Le tout pèse 3 kilogrammes, mesure 0m,80 de long et coûte 3 francs. L'araire dental, avec son joug, revient à 18 francs.

d'adduction. Des pierres forment la base de cette construction rustique; elles assurent la solidité des poutres de bois employées à soutenir un arbre horizontal que l'on place à un ou deux mètres au-dessus du trou. Sur cet arbre, qui est fixe, s'enroule la corde qui descendra et remontera le seau. A une extrémité de cette corde on attache un âne, un cheval ou un chameau. Suivant que l'animal s'approche du puits ou s'en écarte, le seau s'y enfonce ou en est tiré.

Ces puits, d'installation facile, rendent de très grands services, et il faut souhaiter qu'on en multiplie le nombre le plus possible dans tout le pays.

J'ajouterai, pour finir, que quelques riches culti-

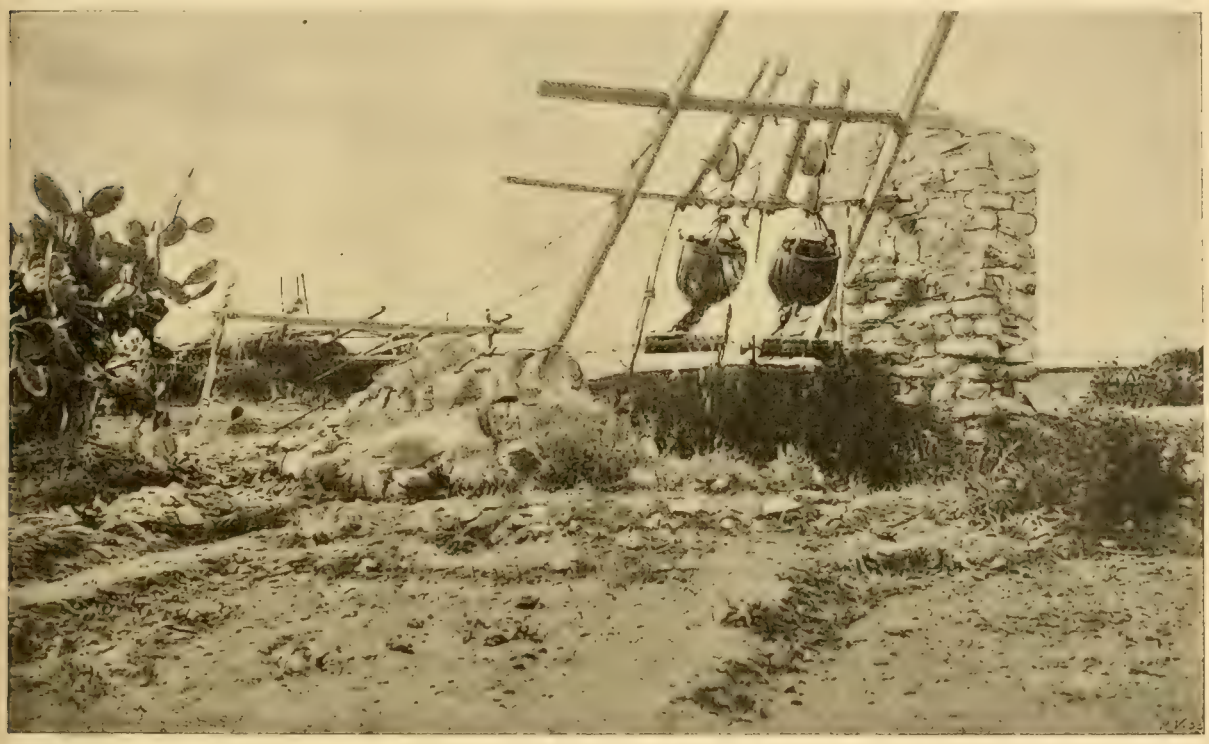


Fig. 6. — *Puits arabe.*
Photographie de M. Soler. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Au premier rang de l'outillage des agriculteurs indigènes, il faut citer les puits qu'ils creusent, quand leur exploitation prend quelque importance, au-dessus des nappes aquifères. La sécheresse souvent prolongée est le fléau de la Tunisie. Les cultivateurs y obvient, notamment dans le Nord, dans la région du Cap Bon, dans les plaines de l'Enfida et çà et là dans le Sahel, en creusant le sol pour y puiser l'eau si utile à leur alimentation, à la culture de leurs jardins et de leurs champs. Ces puits offrent un aspect assez pittoresque (fig. 5 et 6): on les aperçoit de loin dans la campagne; comme ils sont parfois très profonds, on est obligé d'édifier, au-dessus de leur orifice situé au ras du sol, un échafaudage, qui servira de point d'appui aux appareils

vateurs indigènes, frappés des résultats obtenus par les colons français, qui ont importé en Tunisie les bons procédés culturaux, ont adopté notre outillage; c'est ainsi que le Caïd de Béja laboure à la charrue française, moissonne à la moisonneuse-lieuse et obtient, sur une surface d'environ 1.000 hectares, des récoltes de blé plus que doubles de celles qu'on voit chez ses voisins adonnés aux pratiques agricoles des premiers temps de l'ère chrétienne.

Il faut espérer que l'exemple de nos compatriotes qui s'efforcent d'introduire en Tunisie les bonnes méthodes, l'élevage rationnel du bétail qui leur procure les fumures indispensables à l'accroissement du rendement, triomphera du fatalisme et de l'apathie de l'Arabe.

III. — Les fumures et l'élevage.

J'ai indiqué plus haut la nécessité absolue d'appuyer la culture du blé sur la production fourragère indispensable à l'élevage du bétail qui doit fournir l'engrais ; on ne saurait trop insister sur ce point.

Ainsi que l'a signalé M. P. Bourde, dans ses « Lettres d'un vieil Algérien », ce dont l'Algérie a le plus besoin, c'est d'avoir une plante fourragère à faire entrer dans ses assolements. Or, il n'est pas besoin d'insister sur l'analogie des conditions culturales de la Tunisie et de l'Algérie. Convaincu, avec M. P. Bourde, que l'agriculture seule est capable de créer la richesse en Tunisie comme en Algérie, je crois indispensable de préciser les moyens d'arriver à la création de cultures fourragères, d'où dépend presque entièrement l'avenir agricole du Nord de l'Afrique.

Nous avons montré l'erreur commise par les premiers colons en s'adonnant à la monoculture et, en ce qui regarde les céréales, à la culture extensive sur des surfaces trop considérables ; nous avons vu aussi que les labours profonds ont d'abord augmenté les rendements en blé, mais que, au bout de quelques années, en l'absence de toute restitution, les récoltes avaient enlevé les aliments des plantes accumulés dans la couche que n'avait jamais atteinte l'araire primitif de l'Arabe.

La conclusion évidente à tirer de cette diminution rapide de la fertilité naturelle du sol est la nécessité de fumer les terres : nécessité qui emporte avec elle l'élevage d'un bétail nombreux, possible seulement par la création de ressources fourragères. Pour beaucoup de raisons, en effet, l'apport d'engrais commerciaux ne peut économiquement, ni même avantageusement au point de vue cultural, être, sous le soleil africain, la base de la restitution des matériaux exportés par les récoltes. La première idée qui devait se présenter à l'esprit des colons dans un pays où les prairies naturelles ne peuvent être qu'une exception très rare, est la création de prairies artificielles : trèfle, sainfoin, luzerne, etc., dont la culture a marqué, en France, le plus grand progrès agricole accompli depuis le commencement du siècle. Beaucoup de colons l'ont tenté, dans l'ignorance où ils étaient des conditions si différentes du régime climatérique des deux pays. Les insuccès subis ont montré de suite à ces colons ce fait brutal, — qu'on ne saura jamais assez, qu'on ne répétera jamais trop, — que l'Algérie est un pays différent, tout à fait différent de la France. De dures déceptions leur en enfoncent la conviction dans l'esprit.

Le colon sème du trèfle et du sainfoin, et les ardeurs, inconnues en France, de l'été africain les tuent avant qu'ils aient pu donner une coupe. Il plante des pommes de terre et il n'obtient que demi-récolte. Il sème des betteraves et les résultats ne sont pas meilleurs. La luzerne ne vient qu'en terrain irrigué, et les terres irriguées sont en infime quantité. La vesce seule réussit parfois, mais les semences en sont chères, et la plupart de ceux qui l'essaient finissent par trouver cette culture trop dispendieuse.

Pour éviter que le colon, envahi par le découragement, ne se mette à l'école de l'Arabe, M. P. Bourde, durant son trop court passage à la Direction de l'Agriculture en Tunisie, a cherché à créer, autour de la question fourragère, une véritable agitation, qui commence à porter ses fruits.

Le sainfoin d'Espagne (*Sulla*), le fenugrec (Trigonelle), autre légumineuse déjà vantée par les Romains comme plante fourragère ; le cactus (*Opuntia*, figuier de Barbarie), le caroubier, dont le fruit est si estimé en Italie, etc., sont appelés, à des titres divers, à concourir de la façon la plus heureuse à l'entretien d'un bétail en rapport avec l'étendue des terres soumises à la culture des céréales.

Précisons donc dans quelles conditions doit être entreprise la production des fourrages dans le Nord de l'Afrique et comment elle peut conduire économiquement à l'entretien du bétail nécessaire pour la fumure d'un domaine de 50 hectares, que j'ai pris comme type de l'exploitation d'un colon moyen.

La connaissance du climat est indispensable au colon tunisien. Nous ne reviendrons pas sur ce sujet, déjà traité dans le remarquable article de M. Marcel Dubois [1].

Les semailles commencent aux premières pluies, ordinairement peu après la Toussaint, pour finir avec l'année. Il faut donc tenir grand compte du régime pluvial pour les opérations culturales : les labours doivent être faits avec les pluies ; les labours d'été sont presque impraticables en raison de la dureté du sol.

Le choix des cultures fourragères à introduire pour remplacer les prairies artificielles, si précieuses sous le climat moyen de la France, est d'une importance capitale dans un pays où la sécheresse prive complètement le bétail de la nourriture que la végétation spontanée lui offre dans la plupart de nos régions.

Presque toutes les terres cultivables de Tunisie sont argilo-calcaires, mais elles contiennent assez de sable pour être meubles et se prêter, pendant la période humide de l'année, aux opérations mécaniques préparatoires des cultures.

[1] Voyez cet article dans la *Revue* du 30 novembre 1896, t. VII, pages 937 à 948

De plus, les conditions naturelles du sol et du climat sont favorables à la nitrification, mais elles le sont beaucoup moins à l'accumulation de l'humus dans le sol et la principale préoccupation de l'agriculteur tunisien doit être l'enrichissement, par les fumures, de sa terre en matières organiques, afin de maintenir au maximum possible l'humidité du sol et sa faculté nitrifiante. On sait, en effet, que les terres riches en humus se dessèchent beaucoup moins que les mêmes terres dépourvues de matières organiques : c'est la principale raison pour laquelle les terres fumées donnent, en année sèche, des récoltes de céréales là où l'Arabe n'obtient rien. Il importe donc au premier chef de produire dans l'exploitation assez de fumier pour rapporter au sol arable la substance organique qui contribue à sa fertilité; la conclusion qui s'impose est l'entretien d'une quantité de bétail correspondant aux surfaces de terres cultivées en céréales.

Pour un domaine de 50 hectares, dont 32, comme nous l'avons vu, sont soumis à un assolement régulier, l'expérience conduit à fixer comme suit le nombre de bêtes à entretenir :

1 cheval pour les hersages et les transports;
8 bœufs de travail;
20 vaches ou bouvillons ou 120 moutons.

Ce troupeau, outre la paille qu'on lui donnera à discrétion, consommera dans l'année environ 135 quintaux de foin, dont la consommation sera ainsi répartie :

1 cheval à 5 kg. de foin pendant 300 jours.	15 quint.
8 bœufs de travail à 3 kgs pendant 100 jours.	24
Les mêmes au repos à 2 kg. pendant 100 j.	16
20 vaches à 2 kg. pendant 200 jours.....	80

Cette quantité de foin nécessaire à l'entretien de 30 têtes de bétail paraîtrait bien exiguë à nos cultivateurs français, mais il ne faut pas oublier que dans le Nord de l'Afrique, le bétail, en toute saison, doit trouver au dehors la plus grande partie de sa nourriture.

En effet, toutes les terres de Tunisie, de fertilité moyenne, produisent, au printemps des années pluvieuses, une herbe qui constitue d'excellents pâturages et qui parfois est susceptible d'être transformée en foin. Ces pâturages, auxiliaires très utiles des fourrages, sont l'unique ressource de l'Arabe pour la nourriture de son maigre et peu nombreux bétail [1].

[1] En 1894, en effet, la statistique accusait le nombre de bestiaux suivant, qui est peu élevé si on le compare à la superficie du pays qui le nourrit :

Espèce chevaline.....	63.000 têtes
— bovine.....	272.000
— ovine.....	1.145.000
— caprine.....	607.000
— cameline.....	130.000
— porcine.....	13.000
TOTAL.....	2.230.000 têtes

Les ânes et les mulets ne sont pas compris dans ces chiffres.

Tous les bovidés, en Tunisie, sont soumis à l'un des deux régimes suivants : 1° paturage exclusif; 2° demi-stabulation. Le premier est surtout pratiqué par les indigènes; les animaux soumis à ce système d'élevage doivent se suffire à eux-mêmes. Jamais, quel que soit l'état des pâturages, ils ne reçoivent de nourriture de la main de leur maître. Seuls, les bœufs de labour qui sont abrités sous les toits de chaume reçoivent, la nuit, pendant la période de travail, un peu de paille provenant de la récolte précédente.

Généralement, de janvier à fin mai, l'herbe est en assez grande quantité pour assurer largement leur subsistance. Pendant les mois de juin, juillet et août des années dont le printemps a été pluvieux, les animaux trouvent encore, sur les chaumes des céréales, assez de nourriture pour ne pas trop souffrir de la faim. A partir de ce moment jusqu'aux herbes nouvelles, on se demande comment peut subsister le bétail le plus frugal. Dans les années sèches, beaucoup d'animaux périssent d'inanition.

Le logement de ces malheureuses bêtes n'est pas meilleur que leur régime alimentaire. Elles ne couchent jamais sous un toit; tout au plus sont-elles défendues contre les vents froids par les clôtures du parc où elles sont enfermées, pendant la nuit, à proximité de la tente de leur gardien. Ces clôtures sont faites, suivant les régions, en pierres sèches ou en branchages très serrés. Souvent les indigènes qui habitent les régions montagneuses, quand le terrain s'y prête, accolent l'enclos contre un rocher à l'exposition du sud. Les jeunes bêtes n'ont d'autre refuge, pendant les mauvais temps, que le gourbi de leur propriétaire. Les jours de pluie, le sol de l'enclos qui renferme les animaux est détrempé. Il est impossible aux bœufs et aux vaches de se coucher. La faim, la fatigue, le froid humide soumettent à une rude épreuve la santé du troupeau, et bien rares sont les propriétaires indigènes qui ne subissent pas, du fait des intempéries, des pertes plus ou moins considérables.

Dans certaines conditions de climat et de configuration du sol, le pâturage exclusif peut parfois donner de bons résultats. J'ai eu l'occasion d'en voir un exemple à Méraissa. Le domaine est situé dans une anse du golfe de Tunis, à une petite distance de Soliman et appartient à une association de quelques propriétaires dont M. Mille est le directeur. En dehors des surfaces destinées aux céréales, à la vigne, à l'orangerie, aux plantations d'essences variées, se trouve une superficie de 2.000 hectares de pâturage où vit en liberté un troupeau de 700 bêtes bovines que M. Mille a créé par voie de sélection très suivie, à l'aide de reproducteurs de race indigène. Les pâturages s'étendent d'un côté jusqu'aux bords de la mer, de l'autre jusqu'au

sommet d'une colline de 380 mètres d'altitude. La plaine est réservée au jeune bétail jusqu'à l'âge de deux ans; tous les animaux vivent en plein air, sans aucune étable; les jeunes s'abritent dans les broussailles de la plaine; les adultes sous les arbustes des collines, qui forment de véritables maquis. Ce bétail est superbe de santé et de vigueur, son pelage rappelle celui de la race Schwitz. La viande de ce troupeau est excellente et fait prime sur le marché de Tunis; depuis six ans que ce système est mis en pratique à Méraissa, aucune épizootie n'a frappé le troupeau; l'opération, financièrement parlant, est très fructueuse.

A part quelques cas particuliers analogues à celui-là, le régime de pâturage exclusif ne donne que de mauvais résultats. La race bovine indigène ainsi élevée manque à la fois de précocité et de fécondité. Les vaches ne donnent qu'un veau en deux ans; la croissance des jeunes est très lente, privés qu'ils sont d'une partie du lait par la traite des mères, qui en ont d'ailleurs très peu. Les colons un peu observateurs ont renoncé à acheter à l'indigène le jeune bétail pour l'élever. Comme reproducteur, il ne donne rien de bon. C'est par sélection des produits de leurs étables qu'ils constituent leurs troupeaux.

Le système de pâturage exclusif, qui joint à toutes les causes de dépréciation et de pertes du bétail que je viens de signaler, l'inconvénient capital de ne fournir aux terres cultivables aucune quantité de fumier, doit donc être écarté par les colons moyens, puisqu'il ne remplit pas son objectif principal, la fumure de ses terres; il ne répond en rien aux besoins d'une exploitation à céréales. C'est le régime de la demi-stabulation que doit adopter le moyen colon; pour y arriver, il faut qu'il produise du fourrage; c'est ce point que nous allons étudier maintenant.

L'avenir agricole de la Tunisie est entièrement dans les mains de l'Européen; il ne saurait être question, en effet, de convertir la masse des indigènes, du jour au lendemain, aux améliorations culturales : leur insouciance, leurs idées fatalistes, l'état de servage auquel les réduit la misère, sont autant d'obstacles à l'abandon d'une routine vingt fois séculaire. Le colon actif, sobre et laborieux peut être assuré de trouver en Tunisie, mieux qu'en France, une large rémunération de modestes capitaux, grâce au bon marché du prix d'achat ou de location du sol dans la Régence.

Le *Sulla* a un rôle des plus importants en tant que culture fourragère. Partout où croît cette précieuse légumineuse, il faut la faire entrer dans l'assolement, et tendre à la fixer dans les terres où elle n'est pas spontanée. Mais, à défaut de sulla, et même dans les régions favorables à sa croissance, le colon trouvera dans d'autres récoltes le moyen d'assurer largement l'alimentation d'un nombreux bétail pendant les mois de l'année où la sécheresse réduit presque à néant la production herbacée. Les principales de ces récoltes, outre celles déjà indiquées, sont le cactus inerme, l'avoine et l'orge coupées en vert, le foin d'avoine et d'orge. Je préciserai aussi la valeur alimentaire des broussailles et arbustes (cyste, lentisque, arbousier, tamarix, etc.) qui peuvent être d'un appoint très utile pour la nourriture du bétail à l'étable, comme elles entrent naturellement dans l'alimentation des troupeaux en liberté, ainsi que j'ai pu l'observer dans plusieurs exploitations de la région de Tunis.

L'*Opuntia vulgaris*, — qu'on nomme vulgairement cactus, figuier de Barbarie ou figuier d'Inde, — est originaire d'Amérique. On le rencontre aujourd'hui dans presque toutes les régions chaudes du vieux continent : en Italie, en Sicile, à Malte, en Espagne, en Portugal, etc., et dans toutes les parties habitées du nord de l'Afrique. Il atteint en quelques années la taille d'un arbuste élevant à quatre ou six mètres ses tiges charnues (raquettes) semées à profusion à leur surface d'aiguillons acérés dont la piqûre cause des inflammations très douloureuses. La tige principale et ses ramifications atteignent un diamètre de 10 à 20 centimètres, suivant l'âge; le figuier épineux, planté en alignement, forme une barrière infranchissable pour l'homme et pour les animaux de grande taille; mais sa structure s'oppose absolument à l'emploi des raquettes pour l'alimentation du bétail. Heureusement, il existe une variété de cactus entièrement dépourvue d'aiguillons.

On en rencontre, — notamment dans les environs de Kairouan, — de grandes plantations qui sont, tous les deux ans, livrées au pâturage.

La plantation se fait sur un simple labour, sans défrichement préalable du sol, sauf sur la largeur des bandes qui vont recevoir les boutures. Ces bandes, espacées de cinq mètres l'une de l'autre, ont une largeur d'un mètre. Sur la bande, les raquettes sont plantées de trois mètres en trois mètres. Un hectare porte ainsi 600 plants de cactus.

Il est indispensable de clore le terrain avant la plantation afin de soustraire les cactus, dès le début, à l'avidité du bétail qui s'en montre très friand. Pour cela, on commence par entourer le champ avec une haie sèche de faux jujubiers qu'il n'est malheureusement pas difficile de se procurer dans les terres incultes infestées par cet arbuste. A défaut de fagots de jujubiers, on se servirait de ronce artificielle. A l'intérieur de cette première clôture, on en établit une seconde en plantant des cactus épineux. Dans l'espace de trois ans, ceux-ci

ont acquis des dimensions suffisantes pour protéger complètement le champ contre toute invasion de l'homme ou des animaux.

Les boutures sont composées de trois raquettes, c'est-à-dire une raquette-mère portant deux raquettes rejetons. Une seule raquette pourrait, au besoin, suffire ; mais la reprise serait moins assurée. C'est la raquette-mère détachée de la plante, qui est destinée à prendre racine. On doit laisser les boutures exposées au soleil pendant au moins quinze jours avant de les planter. La reprise n'est assurée que si la bouture a perdu une bonne partie de son eau, ce qu'on reconnaît à la flétrissure de sa surface.

Les soins culturaux se bornent à un buttage pratiqué la seconde et la troisième année. A partir de ce moment, la plantation n'exige plus de soins. Une plantation de cactus inerme entre en plein rapport à la cinquième année. A partir de cet âge, l'arbuste a pris un développement qui étouffe toute autre végétation, rendant, par conséquent, tout sarclage inutile.

M. Trouillet, que nous avons déjà cité, estime comme suit les frais occasionnés par la plantation d'un hectare :

Clôture	200 fr.
Fumier : 20 voitures à 5 fr.	100
Labour	20
Raquettes : 600 à 5 fr. le 100	30
Premier buttage	12
Deuxième buttage	12
Main-d'œuvre, plantation	12
TOTAL	386 fr.

Le cactus croît de préférence dans les terrains secs, pierreux, il ne redoute que les sols humides et très argileux. On manque encore de chiffres précis sur ses rendements, mais on sait qu'ils sont généralement très élevés, et tout porte à croire que l'application de fumures convenables permettrait d'accroître notablement sa production. Le fruit de cactus, figue de Barbarie, entre, pour la plus grande part, dans l'alimentation de l'Arabe ; jusqu'ici on n'a utilisé que la raquette pour la nourriture du bétail ; il serait intéressant de faire une étude expérimentale de la valeur nutritive du fruit, sa composition chimique lui assignant un rang voisin de celui qu'occupe l'herbe de prairie de bonne qualité. On peut évaluer le rendement en fruits à 20.000 kilos à l'hectare, celui des raquettes à 25.000 ou 30.000 kilos. L'exploitation de la raquette oblige à renoncer à celle du fruit ; en effet, les figues de Barbarie ne poussent que sur les raquettes de l'année précédente ; si l'on coupe celles-ci pour fourrager le bétail, on ne peut plus attendre de récolte de figues. Il y aura donc lieu pour le colon de se décider, après expérience, pour l'un des deux modes d'utilisation des cactus. *A priori*, je pencherais à sacrifier les fruits à l'emploi des raquettes pour l'alimentation du bétail : d'une part, en raison de la richesse en eau de la raquette, qui en fait un aliment précieux dans la période de la sécheresse ; de l'autre, parce qu'elle me semble se prêter mieux que le fruit aux mélanges volumineux d'aliments qui conviennent à l'espèce bovine.

Il est important de noter qu'on doit donner aux plantations de cactus inerme une surface double de celle dont la production annuelle est nécessaire à l'entretien du bétail : en effet, la cueillette des raquettes ne peut se faire que tous les deux ans.

La culture régulière du cactus inerme devrait trouver place dans toutes les exploitations tunisiennes. Elle présente de nombreux avantages, qu'on peut résumer ainsi :

1° Des frais de plantation peu élevés et, à partir de la quatrième année, aucune dépense autre que celle de cueillette.

2° La constance des récoltes pendant une période qui dépasse la moyenne de la vie humaine, et qui atteint au moins une quarantaine d'années.

3° Le figuier de Barbarie s'exploitant, soit par raquettes, soit en fruits, de juillet à novembre, c'est-à-dire pendant les mois les plus chauds, pendant la pénurie des fourrages, vient à point pour sauver le bétail de la misère physiologique qui décime annuellement les troupeaux indigènes.

La raquette de cactus peut être regardée comme la betterave de la Tunisie ; elle a, en effet, avec la betterave fourragère, une grande analogie de composition, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant :

	CACTUS	BETTERAVE
	—	—
Eau	94,84	88,0
Matière azotée	0,41	1,1
Cellulose, amidon, etc.	4,75	10,9
TOTAUX	100,00	100,0

Sous le même poids, la teneur des raquettes en principes nutritifs assimilables n'est donc égale qu'à la moitié environ de celle de la betterave, mais rien n'est plus facile que de composer, par l'addition au cactus de feuilles ou de ramilles des végétaux qu'on rencontre en abondance dans les terrains incultes du nord de la Régence, un mélange fourrager équivalant, au moins, aux herbes de prairie naturelle de bonne qualité, et, de beaucoup, aux pailles de céréales les plus riches. J'ai récolté, dans une excursion au Mornag, des échantillons de cyste et de jeunes branches de lentisques que j'ai analysés ; séchés à l'air, retenant 13 pour 100 d'eau, à l'état où l'on pourrait les mélanger, si les animaux les acceptent, ce que j'ignore, après un broyage grossier, avec les raquettes de cactus

concassées, ces rameaux renferment de 5 à 5 1/4 pour cent de leur poids de matières azotées. Les feuilles d'arbousier en contiennent 7 pour 100 environ ; l'analyse de ces dernières m'a conduit à leur assigner la composition suivante :

Eau	10,20
Matières azotées	6,87
— amylacées	62,89
— grasses	3,70
Cellulose	12,60
Matières minérales	3,74
TOTAL	100,00

La substance sèche entre donc dans la composition des feuilles d'arbousier pour près des neuf dixièmes de leur poids ; dans celle des cystes et lentisques pour 86 à 87 pour 100, tandis qu'elle représente 5 pour 100, à peine, de celui des raquettes de cactus. On peut donc tirer un excellent parti de ces différences de composition, comme le font avec succès certains agriculteurs de la Corse, pour constituer des mélanges alimentaires bien adaptés à l'entretien du bœuf et de la vache. Mélangés à poids égaux avec les raquettes, les feuilles d'arboursier fournissent un aliment supérieur à l'herbe des prairies, ainsi que le montre la comparaison de la composition des deux fourrages :

	ARBOUSIERS ET RAQUETTES	HERBE DE PRAIRIES
Eau	52,1	80,0
Matières azotées	3,7	3,5
— non azotées	31,6	14,5
— minérales	2,6	2,0
TOTAUX	100,0	100,0

Une plantation de cactus, pour être en plein rapport, exigeant quatre ou cinq années, c'est aux fourrages annuels que le colon devra, dès ses débuts, demander la base de l'alimentation de son bétail : le maïs fourrage, mais surtout l'orge et l'avoine récoltés en vert, répondront aux besoins des exploitations où ne croît pas le sulla.

Les rendements des terres tunisiennes en orge et en avoine sont très élevés. D'après M. J. Saurin, il est prouvé que l'on y obtient facilement à l'hectare :

Orge verte en deux coupes	50.000 kilos
Avoine (foin sec)	11.000 —

Ce résultat est dû à la douceur de la température au moment des pluies, ce qui permet à la plante d'utiliser la plus grande partie de l'eau pluviale pour sa croissance et son assimilation.

On aura une idée de la valeur nutritive de ces fourrages en jetant un coup d'œil sur le tableau I, où j'ai réuni les chiffres qui représentent la teneur en principes digestibles de 100 kilos d'herbe et de foin de prairies d'avoine verte et de foin d'avoine :

Tableau I

	HERBE DE PRAIRIES	FOIN DE PRAIRIES	AVOINE VERTE	FOIN D'AVOINE
Matières azotées	2.5 kg.	5,4 kg.	1,3 kg.	3.8 kg.
Cellulose	2,6	15,0	3.9	14.7
Matières amylacées	7,3	25,7	5,0	24,2
— grasses	0,4	1,0	0.2	0.9

Ces analyses se rapportent à des fourrages récoltés en Europe ; il est probable que les mêmes végétaux sous le climat africain acquièrent une richesse plus grande en principes azotés.

D'après les chiffres et les analyses cités plus haut, on peut comparer les quantités de principes nutritifs contenues dans le foin d'avoine et dans le foin de prairie, en admettant pour ce dernier une récolte moyenne de 7.000 kilos à l'hectare.

Un calcul très simple, relatif aux quantités de principes nutritifs récoltés à l'hectare conduit aux résultats que résume le tableau II :

Tableau II

	FOIN DE PRAIRIES	FOIN D'AVOINE	DIFFÉRENCE EN FAVEUR DE L'AVOINE
Matières azotées	378 kg.	418 kg.	+ 40 kg.
— amylacées	1799	2662	+863
Cellulose	1050	1617	+567
Matières grasses	70	99	+ 29

Soit, au total, un excédent de 1.494 kilos de principes nutritifs à l'hectare, en faveur de l'avoine-fourrage comparée au foin de prairies. Le colon est donc assuré de trouver, dans la culture des céréales-fourrages, au moins l'équivalent du produit des prairies naturelles, à l'existence desquelles se refuse le climat tunisien.

Aux ressources fourragères déjà examinées, on peut ajouter le fruit du caroubier, duquel le bétail se montre très friand. La caroube renferme 4 à 5 pour 100 de matières azotées et 75 pour 100 de matières amylacées et sucrées. Le caroubier est à l'abri des sécheresses les plus grandes ; le colon débutant pourra planter aux abords de sa maison quelques caroubiers qui lui donneront plus tard un abri précieux contre les ardeurs du soleil, mais, en raison de la lente croissance de cet arbre[1], c'est au commerce qu'il aura recours pour se procurer les caroubes.

Le préjugé, très répandu en France, que l'élevage et la production de la viande ne sont possibles en

[1] Un caroubier n'est en pleine production qu'au bout de quinze ans environ ; il produit à cet âge de 350 à 500 kilos de fruits.

Tunisie qu'à titre exceptionnel, faute de fourrage, n'est donc aucunement fondé. La création et l'entretien d'un bétail suffisamment nombreux pour fournir à la sole des céréales le fumier indispensable, non seulement sont possibles dans toute la région nord et centrale de la Tunisie, mais ils s'imposent au colon qui veut réussir. Celui-ci trouve dans les ressources fourragères que nous venons d'examiner des aliments suffisamment abondants, même dans les années de sécheresse, pour entretenir le bétail de son exploitation.

Il y aurait lieu, d'ailleurs, d'étudier la récolte des ramilles des arbustes : lentisques, cystes, fougères, bruyères, etc., et de voir s'il ne conviendrait pas de les ensiler. Les sarments de vigne broyés au moment de la vendange, les marcs de raisin ensilés seront aussi très utilement employés, les premiers pour la nourriture des chevaux, ânes et mulets, les seconds pour celle des moutons.

En résumé, le cultivateur tunisien doit placer au premier rang de ses préoccupations la production et la récolte fourragères, sous leurs formes les plus variées. Faire beaucoup de fourrage, afin d'élever un bon bétail producteur abondant de fumier, telle est la voie la plus sûre pour arriver aux rendements rémunérateurs en grains. Il ne faut pas oublier qu'une condition essentielle de succès dans l'élevage du bétail est de peupler l'étable avec des produits d'animaux de choix, les jeunes veaux achetés chez l'indigène ne pouvant, comme je l'ai dit plus haut, fournir, quoi qu'on fasse, des bêtes adultes aptes à la fabrication économique de la viande et de la graisse. Le salut et l'avenir de la culture africaine sont tout entiers dans la production fourragère.

Louis Grandeau,
Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Nancy,
Ancien Directeur de la Station Agronomique
de l'Est.

LA VITICULTURE EN TUNISIE

En s'adonnant à la Viticulture, les colons français du nord de l'Afrique ne font que suivre les indications de la Nature. Les cultures arbustives sont, en effet, particulièrement indiquées dans un climat qui ne connaît, à proprement parler, que deux saisons : la saison pluvieuse et la saison sèche. Tandis que les ardeurs de l'été détruisent toutes les plantes annuelles, les arbustes et les arbres, plongeant plus profondément leurs racines, vont chercher, dans les couches inférieures du sol, l'humidité qui s'y emmagasine ; au lieu de souffrir de la sécheresse de l'air, ils y trouvent une protection et un remède contre les maladies parasitaires. C'est une des beautés des fermes de nos colons, lorsque le soleil a tout grillé autour d'eux, que les grandes taches de magnifique verdure des vignobles qui persistent jusqu'à la fin de l'automne.

La culture de la vigne est devenue en Algérie l'objet d'un véritable engouement vers 1879. Jusqu'alors les fermes se constituaient en général sur le modèle des fermes de la métropole, c'est-à-dire qu'on y faisait une place à toutes les productions auxquelles le sol est propre, les céréales, le bétail en même temps que le vin. Mais, à partir de cette époque, se sont constituées de tous côtés de grandes exploitations couvrant plusieurs centaines d'hectares, nécessitant une mise de fonds de plusieurs centaines de milliers et quelquefois de plusieurs millions de francs et uniquement consacrées à la vigne. En quinze ans, on en a planté près de cent mille hectares. Jamais effort aussi grand, essor aussi rapide, résultats aussi merveilleux ne s'étaient vus dans notre histoire coloniale. Des régions entières, jusqu'alors couvertes de broussailles, ont été complètement transformées. Une commune des environs d'Alger, Fouka, sur un territoire de 1.263 hectares, en a planté 886.

La raison de cette ardeur était dans la destruction de la plus grande partie du vignoble français par le phylloxéra et dans l'élévation du prix des vins qui en avait été la conséquence. L'Algérie paraissait destinée à fournir désormais à la France le vin que celle-ci ne pouvait plus produire, et des capitaux énormes, qu'on ne saurait estimer à moins de quatre cent millions, attirés par les bénéfices obtenus par les premiers planteurs, opérèrent le miracle de cette création.

Ces justement à cette époque que la Tunisie passa sous notre domination. Elle profita de ce courant d'émigration que provoquait le succès de la vigne en Algérie. Elle offrait des conditions de sol et de climat identiques, et un certain nombre de nos compatriotes, espérant trouver, pour l'acquisition de leurs domaines, des avantages plus grands dans un pays plus neuf, vinrent s'y établir. Tous, à très peu d'exceptions près, se sont consacrés presque exclusivement à la viticulture, et ils ont actuellement planté un peu plus de 6.000 hectares. Ces colons de la première heure disposaient de grands capitaux, ils ont formé un noyau de population française qui, par ses origines sociales, son intelligence et ses ressources, se distingue au milieu de nos autres colonies.

Leurs espérances se sont-elles complètement réalisées? Dans la publication officielle qui a paru à l'occasion du Congrès pour l'avancement des Sciences tenu à Tunis au printemps dernier, l'un d'eux, qui est actuellement président de la Chambre de Commerce et d'Agriculture, reconnaît que non :

« La plupart des colons ne s'étaient jamais occupés de viticulture, dit-il ; ils payèrent cher leur apprentissage.

« Les dépenses excessives faites au début, les fautes commises lors de la plantation ont pesé lourdement sur beaucoup d'exploitations viticoles; elles ont contribué à rendre médiocres, par l'exagération du capital engagé, des affaires qui, menées d'une façon pratique, auraient donné de forts beaux résultats ».

Une autre cause de désenchantement, c'est qu'en même temps que se constituait le vignoble du nord de l'Afrique, se reconstituait le vignoble français. Un abaissement général des prix en a été la conséquence. Il y a eu un moment de désespoir parmi nos colons, lorsqu'ils ont vu, il y a quatre ou cinq ans, l'hectolitre de vin, de 25 francs tomber à 12, à 10 francs. Depuis, ils ont repris courage. La production du vignoble en France est, en effet, très inégale d'une année à l'autre. Quand elle est abondante, les prix baissent aux chiffres que nous venons de citer; mais, quand elle est faible, ils remontent immédiatement. Les années à prix élevés compensent les années à prix faibles. Et puis, sous l'empire de la nécessité, on s'est efforcé d'améliorer les procédés d'exploitation, d'augmenter la quantité et la qualité du vin, et on a fini par se convaincre que, dans les conditions particulièrement favorables que présente à la vigne l'Afrique du Nord, même à des prix très abaissés, elle y reste une bonne affaire.

La quantité dépend à peu près exclusivement de la culture et la qualité dépend surtout de la fabrication.

Dans la culture, le défoncement pour la plantation, le choix des cépages, les façons données au vignoble, les traitements contre les maladies et la taille, influent d'une façon très notable sur le rendement en vendange.

I

Les colons ont beaucoup de peine à se persuader de l'importance d'un défoncement bien fait. C'est un travail sur lequel ils sont portés à faire des économies, et ce mauvais début pèse ensuite continuellement sur leur exploitation. Aussi ne saurait-on trop insister sur ce point. Le défoncement a deux buts : d'abord ameublir la terre, ensuite la purger du chiendent. Le chiendent, a, en Afrique, une vigueur, une facilité de multiplication dont on n'a pas idée en France. Il suffit qu'on en laisse quelques touffes dans un vignoble pour qu'en peu de temps il soit complètement envahi : la charrue, au lieu de le détruire, le répand en en dispersant les débris, qui constituent autant de boutures nouvelles. Un hectare de vigne, appauvri par le chiendent, donnera avec peine 20 à 25 hectolitres de vin ; il tombera même au-dessous, tandis que, bien conduit et bien soigné, il doit en donner cent. Le colon, qui croit faire une bonne spéculation en plantant quatre hectares à la diable, au lieu de se contenter d'en planter un avec tous les soins désirables, commet la plus grossière des méprises. Quand son vignoble sera en rapport, il lui faudra quatre fois plus de travail et de dépenses sur ses quatre hectares mal mis en train pour obtenir la même récolte et, par conséquent, le même revenu que sur un hectare bien planté. Et si alors, reconnaissant son erreur, il veut débarrasser sa vigne du chiendent, le défoncement autour des ceps sera une besogne beaucoup moins facile à exécuter que sur une terre encore nue; il devra dépenser 1.000 à 1.200 francs par hectare. Il aura donc perdu plusieurs années, et finalement le défoncement tardif lui aura coûté le double.

Faire bien, dût-on ne faire que peu. Cet axiome est vrai de toutes les entreprises agricoles, mais plus particulièrement de la viticulture. Le colon le plus sage est celui qui, se résignant à une première dépense indispensable, fait défoncer son terrain, à la main plutôt qu'à la charrue, à soixante centimètres de profondeur, et plante son vignoble dans une terre bien ameublie et complètement nettoyée.

Pour le choix des cépages, on manque encore d'indications bien sûres. Et il serait à désirer que la Direction de l'Agriculture qui a commencé des expériences dans ce sens, fût pourvue des crédits nécessaires pour les faire aussi étendues et par conséquent aussi concluantes que possibles. Nos colons, transportés dans un pays neuf, ont eu tout naturellement plus confiance dans les cépages de la mère-patrie, qu'ils connaissaient, que dans les cépages locaux qu'ils ne connaissaient pas. Ceux-ci ont été à peu près dédaignés. Cependant il en existe une trentaine de variétés, qui ont pour premier mérite d'avoir été appropriés par une longue culture aux conditions climatériques particulières à l'Afrique du Nord. Déjà on a constaté que l'une d'elles, le Beldi, donne, et en quantité, du bon vin blanc, d'une fraîcheur de saveur rare en Afrique ; il est probable que d'autres découvertes du même genre sont à faire. D'autre part, les cépages importés se comportent sous le ciel africain autrement qu'en France : l'Aramon, le petit Bouschet, tout en conservant leurs qualités connues, l'un pour l'abondance de la vendange, l'autre pour la forte couleur du vin, donnent des produits plus fins : le Cabernet, le Côt, soumis

à des tailles longues, donnent beaucoup plus de raisins que dans le Bordelais. Il est évident que tous ces cépages, cépages locaux et cépages français, devraient être l'objet d'expériences systématiques ayant pour objet de déterminer quelle quantité et quelle qualité de vin chacun d'eux en particulier peut donner dans les conditions moyennes de la viticulture en Tunisie. Les colons obtiendraient ainsi des données certaines pour l'assortiment des cépages qui devrait constituer leurs vignobles. Tout ce qu'on peut dire pour le moment, c'est que les cépages les plus fréquemment plantés jusqu'ici par les colons sont : le Mourvèdre, le Morastel, le Carignan, l'Aramon, l'Alicante, le Cinsault ; ce sont eux qui forment le fonds des vignes pour vin rouge. Le Cabernet, le Côt, la petite Syra, le Pinaut noir sont moins répandus. Les vignobles ont toujours un lot de petit Bouschet pour accroître la couleur. Pour les vins blancs, on plante surtout la Clairette, le Beldi, l'Ugni, la Blanquette, le Terret-Bouret, le Chasselas.

Quelques colons plantent ces cépages pêle-mêle. C'est assurément une faute. Les plants n'entrant pas tous en végétation en même temps, c'est une facilité pour le travail que de n'en avoir que d'une sorte sur un même terrain. C'est aussi un avantage que de pouvoir vendanger séparément les différentes variétés de cépages, de manière à être toujours maître de varier les proportions dans lesquelles on les mêle dans la cuve et à pouvoir profiter des indications de l'expérience.

II

La Tunisie s'est jusqu'ici défendue contre le phylloxéra. Quand on songe aux ravages qu'il a commis en France et en Algérie même, cette raison, à elle seule, suffirait pour déterminer les planteurs de vignes à choisir la Régence, de préférence à toute autre région française. Les autres maladies de la vigne, sans devoir être négligées, sont moins redoutables qu'elles ne le sont en général en France ; les ceps ont un développement ligneux, un aspect de force et de santé qui font l'admiration des nouveaux débarqués. Les maladies les plus à craindre sont le mildiew et l'oïdium, qui sévissent particulièrement quand le printemps est pluvieux. Les traitements à la bouillie bordelaise et au soufre sont régulièrement pratiqués dans toutes les exploitations, et l'on peut dire qu'à ce point de vue les soins à donner à la vigne laissent peu de chose à désirer en Tunisie.

Il n'en est pas de même pour les façons données à la terre. La vigne résiste très bien à la longue sécheresse de l'été africain, mais, si cette sécheresse atteint trop profondément les couches inférieures du sol, la vigne souffre, le raisin est petit ou se développe insuffisamment, et la vendange est diminuée. Le moyen d'éviter ce malheur est de multiplier les labours légers. Si vous ne remuez point la surface de la terre, la dessiccation la fendille et la chaleur pénètre dans l'intérieur par les crevasses. Au contraire, si la surface est maintenue par le labour à l'état meuble, elle agit à la façon d'un matelas imperméable au soleil et les couches restent fraîches en dessous. De là vient cet axiome agricole arabe que « deux labours valent un arrosage ». On se contente trop souvent de deux façons, mais ceux qui en donnent quatre se voient largement récompensés au moment de la récolte, et il est à souhaiter qu'ils soient imités par tous.

Il n'en est pas de même non plus pour la taille. Là aussi, il y a à réaliser des progrès qui se traduiront par des accroissements de récolte. Je l'ai déjà indiqué plusieurs fois dans cet article, la vigne a, dans le nord de l'Afrique, une vigueur inconnue en France ; aussi, la taille doit-elle y être tout autre. Malheureusement, ce travail est généralement confié à des ouvriers spéciaux, qui ne changent rien aux procédés qu'on leur a appris en Provence ou dans le Languedoc, et qui se contentent de ménager sur un cep deux à trois porteurs, pas plus, comme ils avaient été accoutumés à le faire de l'autre côté de la Méditerranée. On obtient ainsi des sarments énormes, longs de deux à trois mètres et gros comme le pouce; l'énergie de la vigne se dépense à produire beaucoup de bois et peu de raisin. Pour répondre à cette vigueur exceptionnelle des ceps, on a déjà pris la bonne habitude de les espacer beaucoup plus qu'en France ; il faut, en même temps, ne pas craindre de leur laisser huit à dix porteurs. Cela paraît téméraire et déraisonnable au premier abord, en débutant ; mais ceux qui ont la sagesse d'en faire l'expérience sur un coin de leur vignoble, reconnaissent bien vite que cette taille généreuse n'épuise point la vigne, et que, sans elle, il ne faut point songer à atteindre les rendements moyens de 100 hectolitres à l'hectare, qui sont la fortune pour le viticulteur africain, même aux bas prix des dernières années. M. Grellet, aux environs d'Alger, va jusqu'à douze ou quinze porteurs; il est vrai qu'il fume régulièrement. Il n'a pas manqué de prophètes de malheur pour se moquer de lui et lui prédire que ses ceps allaient crever à brève échéance. Il y a vingt-cinq ans qu'il taille ainsi, et son vignoble reste un modèle qu'il faudrait pouvoir mettre sous les yeux de tous nos colons.

D'après le Président de la Chambre d'Agriculture que je citais tout à l'heure, la moyenne du rendement dans les vignobles de huit à dix ans est actuellement de 70 à 80 hectolitres. L'écart entre ces chiffres et le rendement de 100 hectolitres, représente la marge ouverte aux améliorations cul-

turales. Car, — de nombreux exemples l'ont déjà prouvé, — ce rendement de 100 hectares peut toujours être atteint sur un sol convenable dans l'Afrique du Nord.

III

Sous le rapport de la quantité, la Viticulture en Tunisie est donc dans les conditions les plus favorables. Sous le rapport de la qualité, quand la vinification s'opère bien, elle obtient également des résultats très satisfaisants. Les vins tunisiens bien faits sont hauts en couleur, riches en alcool, d'une saveur franche et foisonnant dans la bouche; en un mot, ils ont tous les caractères que le commerce recherche dans ce qu'on appelle les vins marchands. Seulement, la vinification rencontre des difficultés particulières au climat.

On sait que la fermentation est déterminée par des êtres vivants qui ont leurs conditions d'existence propres. Très actifs dans un moût jusqu'à 35° de chaleur, ils dépérissent au-dessus et meurent vers 42°. Or, si les ferments s'arrêtent avant que le sucre du moût soit complètement transformé en alcool, ils laissent le vin inachevé encore pour ainsi dire, sucré et trop doux au goût, n'ayant point de solidité et sujet à s'altérer très vite : c'est du vin voué aux maladies.

Or, comment empêcher les moûts de monter au-dessus de 35°, dans un pays où, au moment des vendanges, le sirocco porte quelquefois la température à 40° à l'ombre?

D'abord on espéra y arriver en creusant profondément les caves. Mais la pratique révéla promptement qu'on faisait ainsi fausse route. La chaleur résultant de la fermentation se combinant avec la chaleur externe, finissait par porter ces caves souterraines à un haut degré de température, et, comme on ne pouvait aisément les aérer une fois chaudes, il n'y avait plus moyen de les rafraîchir. L'expérience a conduit, au contraire, à substituer aux caves proprement dites, des chais franchement construits au-dessus du sol et ayant de larges baies permettant de renouveler l'air très vite : on les ouvre le soir pour faire pénétrer à l'intérieur la fraîcheur de la nuit, et on les ferme le matin.

Si évidente que soit la supériorité de ce genre de construction, cela ne suffit pas, cependant, pour assurer une bonne fermentation. Les colons ont déployé beaucoup d'ingéniosité dans la recherche d'un moyen pratique de maintenir les moûts à une température avoisinant 35°. Les uns exposent les raisins vendangés dans des paniers ou sur des claies pendant une nuit. Ils se refroidissent, et quand, de grand matin, on les jette dans la cuve, ils ont emmagasiné une assez grande quantité de fraîcheur. D'autres surveillent la fermentation, et dès que le moût atteint une température de 35°, ils le soutirent et le versent dans une cuve fraîche. D'autres entourent les cuves de linges mouillés, que l'évaporation fait descendre à un degré assez bon de température et qui les rafraîchissent par contact; un colon a même imaginé de faire construire des cuves en fer, matière plus facile à rafraîchir de cette manière que le bois. D'autres, enfin, ont inventé des réfrigérants consistant généralement en serpentins refroidis extérieurement au moyen d'ablutions, et dans lesquels on fait circuler le moût.

La variété même de ces procédés indique qu'aucun d'eux ne s'est encore imposé d'une façon décisive. Il semble qu'un bon réfrigérant, peu coûteux et exigeant peu d'eau, — car l'eau est toujours rare au mois d'août dans les fermes africaines, — sera, quand on l'aura trouvé, le système le plus pratique et le plus sûr, parce que ce sera le plus commode à manier.

IV

En résumé, l'histoire de la Viticulture en Tunisie (celle de la Viticulture algérienne est la même) se partage en trois phases : période d'engouement, pendant laquelle ont été constitués ces immenses et beaux vignobles dont quelques-uns ont plus de 200 hectares (le plus grand en a 500) ; période du découragement causé par l'abaissement du prix des vins, qui a déçu les espérances des planteurs, mais qui, en Tunisie du moins, n'a amené aucune catastrophe, car tous les colons ont tenu bon quand même ; enfin, période qu'on pourrait appeler période de progrès et de sagesse. La marge des bénéfices s'étant rétrécie, on s'ingénie à la réélargir en améliorant la culture et en améliorant la vinification. Si l'on n'en est plus aux rêves d'il y a quinze ans, on envisage l'avenir avec confiance.

Conduite avec la prudence que réclame toute entreprise agricole, faite avec le souci de ne rien négliger des perfectionnements révélés par l'expérience, la Viticulture, remise à son rang, après ces hauts et ces bas, apparaît aujourd'hui comme devant être, pour le Nord de la Tunisie, ce que l'Oléiculture est pour le Centre : l'industrie la plus propre à attirer et à fixer dans notre possession les colons français.

Paul Bourde,

Ancien Directeur de l'Agriculture
et des Contrôles de la Régence.

LA CULTURE DE L'OLIVIER EN TUNISIE

La Tunisie n'a pas seulement été, au début de l'occupation latine, grâce à ses immenses productions de céréales, le grenier de Rome. La culture de l'olivier y était déjà répandue et devait y prendre, pendant les six cents ans qu'allait durer la domination romaine, une extension si considérable que l'observation des lieux et les témoignages des auteurs permettent seuls aujourd'hui d'en mesurer toute la grandeur. Si considérables qu'aient pu être les plantations dans le nord de la Tunisie à cette époque, elles l'ont été bien davantage dans le centre et dans le sud du pays. Toute la région comprise entre Hammamet et Tébessa ne devait former qu'une forêt continue d'oliviers, avec de nombreux centres habités. Nous en avons pour preuves les groupes d'arbres, tantôt réunis, tantôt dispersés un à un, qui ont résisté et survécu aux outrages du temps et à la destruction systématique des Arabes, et les ruines des huileries, dont les cuves de pierre et les montants peuplent littéralement la partie centrale du pays entre Sbéitla, Fériana et Gafsa.

L'occupation arabe a converti en désert toutes ces régions; le Protectorat français tient à honneur de leur rendre leur antique prospérité. Il a déjà commencé cette grande œuvre, en favorisant la reconstution de l'admirable forêt de Sfax par la vente des terres sialines.

Quelque désastreux qu'aient été les dégâts causés par les invasions dans les olivettes de cette partie du nord de l'Afrique, la Tunisie possède encore une des plus importantes forêts d'oliviers du monde entier, et l'oléiculture y tient, après les céréales, la première place dans son économie rurale.

Douze millions d'oliviers, d'après les récentes statistiques établies, sont répartis sur divers points. La culture et la production varient considérablement d'une région à l'autre.

Au point de vue cultural, les oliviers de Tunisie se partagent en trois groupes principaux : ceux du Nord, soumis à l'impôt de la dîme, ceux du Sahel et ceux de Sfax, régis par l'impôt kanoun. Tous trois présentent des caractères bien distincts. D'autres groupes, mais beaucoup moins importants, existent dans le Centre et dans le Sud.

I. — Oliviers du Nord.

Les olivettes du Nord comprennent environ 5.000.000 d'arbres répartis sur les contrôles de Bizerte (527.224), de Tunis (2.592.851) et le caïdat de Soliman (1.700.000). Elles sont dans un état de prospérité peu satisfaisant, par suite d'une taille mal appropriée et d'une culture insuffisante. Les arbres sont trop rapprochés et plantés en désordre; beaucoup manquent et n'ont pas été remplacés. Le sol peut y être moins propice qu'ailleurs; en tout cas, le système de culture employé est tout différent. « D'après une opinion très répandue[1], cet « abandon serait un effet du régime fiscal. Le « kanoun est une taxe fixe par pied d'arbre. La « dîme, au contraire, est prélevée sur la récolte. « Le kanoun, par sa fixité, serait, pour le cultiva- « teur, qui a toujours le même impôt à payer, « quel que soit son revenu, un stimulant à pro- « duire, tandis que la dîme, étant toujours propor- « tionnée à la récolte, ne l'obligerait point à la « même initiative. Ainsi s'expliquerait que l'oléi- « culture soit florissante en pays de kanoun et « misérable en pays de dîme. » Là n'est pas, à notre avis, la seule cause réelle de cette situation : il y a d'autres causes importantes, qui ont d'ailleurs été longuement exposées par M. Bourde, ancien directeur de l'Agriculture en Tunisie et aujourd'hui secrétaire général à Madagascar[2]. D'abord et avant tout, le grand nombre d'olivettes constituées en habbous (environ 34 %), soustraites ainsi à la sollicitude de l'intérêt privé et livrées à la merci d'oukils (administrateurs) infidèles ou négligents; l'insouciance des propriétaires, qui laissent trop souvent le service de la Ghaba[3] labourer, tailler et vendre leurs olives sur pied; enfin, l'insuffisance des procédés de culture en usage, par suite de plantations trop serrées (120 à 150 arbres par hectare), mal aérées, qui donnent de faibles rendements tout en exigeant des frais de taille et de cueillette plus élevés et des labours plus difficiles. La production se ressent, naturellement, de l'état précaire des cultures, et l'on peut dire, sans pouvoir être taxé d'exagération, que les olivettes du Sahel et de Sfax, grâce à leur tenue, rapportent plus du double, à nombre égal d'arbres, que les olivettes du Nord.

---

[1] *La Tunisie*, 1896.

[2] Paul Bourde : Rapport sur les cultures fruitières et en particulier sur la culture de l'olivier, dans le centre de la Tunisie, 1er juillet 1893.

[3] Le service de la Ghaba, — créé par Hassin Bey vers 1730 pour administrer la forêt (ghaba) d'oliviers en pays de dîme, — est composé d'un directeur, de gardes, d'amins et d'un notaire, chargés de faire labourer et tailler les olivettes, cueillir les olives suivant les meilleures méthodes et régler la fabrication de l'huile. C'est une règlementation si minutieuse que les propriétaires découragés ont fini par abandonner à l'État le soin de leurs cultures, qui en ont tant souffert; ils se sont ainsi détournés peu à peu des plantations d'oliviers.

La réforme du service de la ghaba pourra remédier à cet état de choses et permettre d'entreprendre, avec de réelles chances de succès, l'amélioration des oliviers du Nord par une taille plus appropriée et une culture plus rationnelle. On pourra reconstituer ainsi peu à peu les vieilles olivettes des pays de dîmes, sous réserve d'une surveillance active et rigoureuse. Les mesures prises à ce sujet permettent d'augurer d'heureux résultats, et le service de la Ghaba, par suite d'arrangements avec l'administration des habbous, se trouve actuellement en état de replanter vingt-cinq mille oliviers chaque hiver.

II. — Oliviers du Sahel.

Les oliviers du Sahel forment un groupe assez compact de plus de quatre millions d'arbres répartis dans le contrôle de Sousse et sur les côtes de Monastir et de Mehdia.

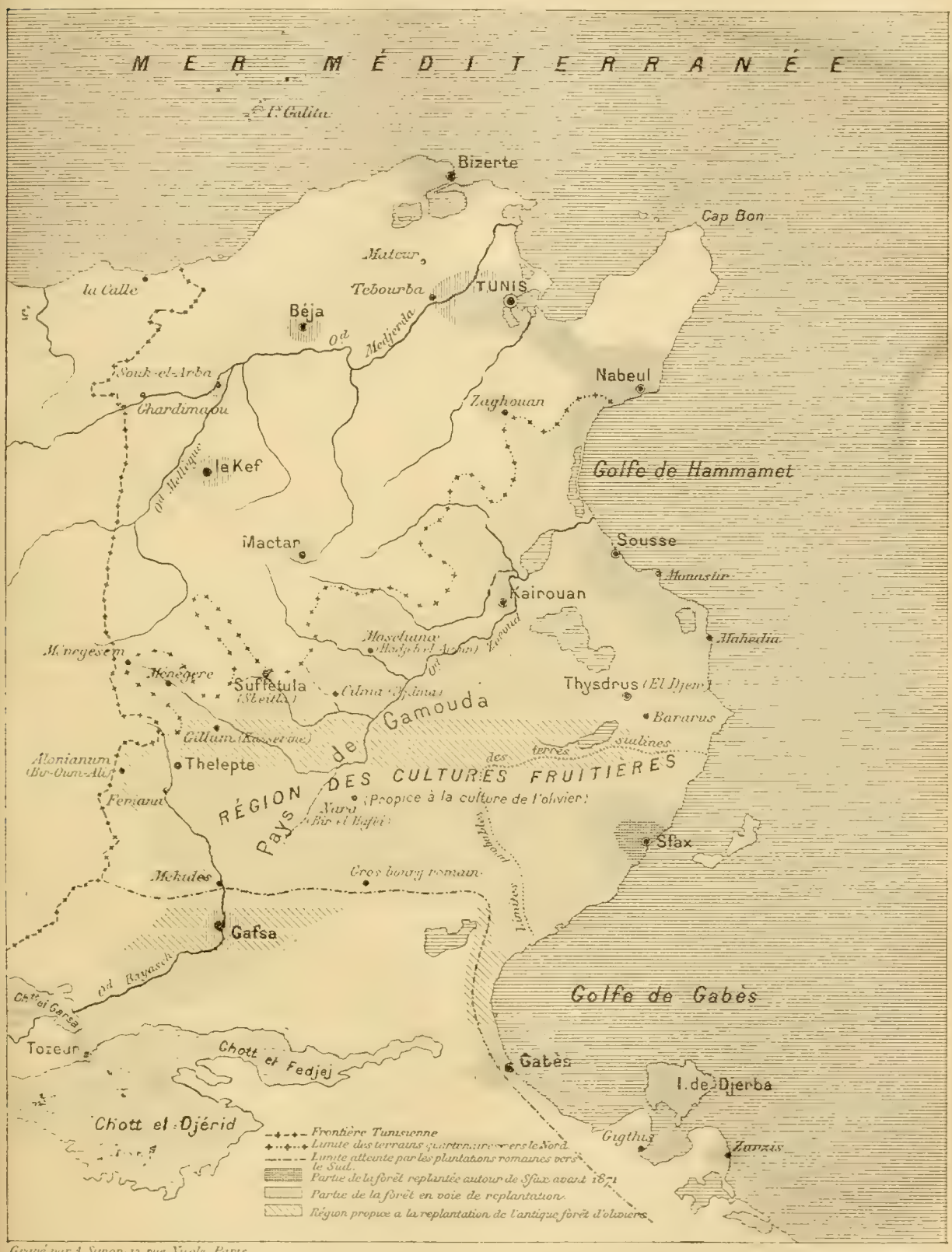
La plantation en est souvent irrégulière et parfois serrée (60 arbres environ à l'hectare); mais les arbres sont généralement bien cultivés, bien taillés et la cueillette se fait avec soin. Comme la terre est quelquefois forte et plus susceptible de se fendiller sous la sécheresse, les arbres sont plantés dans des fonds entre de petits mamelons servant de déversoirs aux eaux des pluies, lesquelles viennent ainsi inonder les pieds. La surface de réception attribuée à une olivette se nomme meska : elle a une valeur marchande supérieure aux autres olivettes.

Le régime fiscal auquel sont soumis les oliviers du Sahel, l'impôt kanoun, n'est peut-être pas étranger à leur bonne tenue et, par suite, à leurs bons rendements. Loin de décourager le propriétaire, comme le fait le régime de la ghaba en pays de dîme, le kanoun le pousse à chercher à augmenter ses rendements, car plus le revenu d'un arbre est élevé, moins l'impôt qui le frappe est lourd. L'initiative individuelle, ayant toute sa liberté. cherche naturellement à tirer le meilleur parti de ses olivettes.

III. — Oliviers de Sfax.

Les oliviers de Sfax comprennent environ 1.200.000 pieds en production et plus de 500.000 jeunes arbres plantés depuis moins de dix ans. Ils forment autour de la ville une véritable forêt de près de 40 kilomètres de rayon, qui provoque, à juste titre, l'admiration de tous ceux qui la parcourent, par la beauté de son ensemble, la régularité de ses plantations, la perfection de sa taille et le fini de sa culture. M. Bourde le faisait très judicieusement remarquer : « La région de Sfax « est admirablement placée par la nature de son « terrain et de ses conditions climatériques, pour « la plantation et la culture de l'olivier. Les plan- « tations qui y existent déjà sont superbes et « laissent bien loin derrière elles tout ce qu'on « peut voir en Europe comme développement de « l'arbre et quantité de fruits.....; la taille et la « forme à donner sont très rationnelles.....; sans « enseignement du dehors, par le seul effet de ses « propres observations, l'intelligente et laborieuse « population de Sfax est arrivée à porter la cul- « ture de l'olivier à un degré de perfection tel que « la science agricole européenne n'a rien à corri- « ger, ni rien à ajouter à ses procédés. »

Les plantations sont régulièrement tracées et irréprochablement alignées; les trous, creusés à 75 centimètres de profondeur, de manière à mettre les plants en carré à 24 mètres les uns des autres. Les Sfaxiens ont fini par constater que cette distance, tout excessive qu'elle paraît être au premier abord, est cependant celle qui assure les plus forts rendements dans les terres légères. Elle ne permet de placer que 17 oliviers à l'hectare; mais ces 17 arbres produisent autant à Sfax que 50 dans le Sahel et que 100 à 120 dans le Nord. Les plantations se font uniquement avec des éclats détachés d'arbres vieux et portant une partie d'écorce, d'où partent plus tard les rejets : elles ont lieu de décembre à mars, de façon à profiter des pluies d'hiver. L'arrosage, du moins la première année, est une condition de réussite, surtout si l'on tombe sur une année de sécheresse. Les labours sont répétés plusieurs fois par an, de façon que le sol soit toujours propre de toute herbe, et ameubli. Pendant les six premières années, on fait, entre les lignes, des cultures intercalaires de blé, d'orge ou de fèves. Après cette époque, le terrain reste exclusivement réservé aux oliviers et est régulièrement labouré à la charrue et à la *ma'acha* (sorte de grand couteau horizontal qui est une invention très pratique des Sfaxiens pour couper les herbes à deux ou trois centimètres en terre). Grâce à ces soins et à une taille habilement calculée pour faire circuler l'air et la lumière, ces deux facteurs indispensables de la fructification des oliviers, les olivettes de Sfax sont des modèles de tenue et de rendements. Elles entrent généralement en rapport vers la dixième année, en plein rapport à quinze ans, mais commencent à donner des fruits dès la cinquième année, quand elles sont bien tenues. Les récoltes pleines ne se suivent pas généralement deux ans de suite : on compte une bonne récolte sur deux. La floraison a lieu en avril-mai; en juin, les fruits sont déjà formés ; ils commencent à mûrir en octobre, sur les jeunes arbres, plus tard sur les vieux. La cueillette dure trois ou quatre mois, jusqu'en janvier. Elle ne se fait pas à la gaule, comme dans le Nord, mais très soigneu-



Gravé par A. Simon, 12, rue Nicole, Paris

Fig. 1. — *Répartition de la culture de l'Olivier en Tunisie.*

sement à la main, en peignant les fruits au moyen de cornes de mouton dont on se gante les doigts.

« La taille et la forme données à l'olivier sont très rationnelles et en parfaite concordance avec ce qui est indiqué par les professeurs d'Arboriculture [1]. » Tant que l'arbre est jeune, on le taille un peu chaque année, de manière à lui donner une forme convenable, en ayant soin de dégager les maîtresses branches, afin de donner tout l'air possible. Quand il entre en rapport, on ne le taille plus guère que tous les deux ans. On aère surtout le milieu de l'arbre en sacrifiant toutes les pousses verticales qui donnent peu de fruits. Les tailleurs sont des indigènes, qui sont, d'ailleurs, payés un prix élevé pour le pays (3 fr. 50 par jour) : leur travail est fait à la scie et à la serpe, mais avec une véritable méthode et le plus grand soin.

La fumure n'est pas encore dans l'usage courant. Elle n'est guère pratiquée que par quelques gros propriétaires, qui font déposer, de temps en temps, au pied de chaque arbre, lorsqu'il a atteint dix ou douze ans, une charge de fumier. Le rendement ne peut que s'en ressentir et il serait à désirer que la fumure devînt régulière et rationnelle.

Les deux maladies les plus répandues sont le *noir* et le *ver* (*Dacus Oleæ*), mais elles n'attaquent pas la vitalité des oliviers et, si elles peuvent parfois compromettre une partie de la récolte, il faut reconnaître qu'elles ne font que peu de dommages dans la forêt de Sfax. Le sirocco lui-même, si redoutable, passe pour assainir l'olivier.

La plupart des plantations ont été faites en association, en vertu d'un contrat de m'gharcia, d'après lequel le propriétaire achète la terre et la livre à un indigène qui devient son m'gharci. Le m'gharci défriche le terrain, fournit les plants d'oliviers, les animaux de travail et se charge de toute la besogne, jusqu'à ce que les arbres soient arrivés à production. Par contre, il peut faire, pendant les quatre ou cinq premières années, des cultures de céréales intercalaires et jouit des trois quarts de ces récoltes, l'autre quart revenant au propriétaire. On admet que chaque m'gharci peut planter et cultiver une méchia (environ 10 hectares), soit 174 oliviers. Comme le m'gharci n'a généralement pas de ressources, il est d'usage que le propriétaire lui avance une partie des fonds qui lui sont nécessaires pour planter ou acheter son matériel de labour. Ces avances, qui s'élèvent généralement à 200 ou 250 fr., ne produisent pas d'intérêts et sont remboursées au moment de l'expiration du contrat, c'est-à-dire lorsque les oliviers commencent à produire de quoi fournir leurs frais d'entretien (environ à huit ou dix ans). C'est le moment du partage, lequel se fait par expert (amin) : les deux parts égales sont tirées au sort. « Ce genre de contrat », dit judicieusement M. Ribau, dans *la Tunisie agricole*, a « l'avantage d'associer les intérêts français « et arabes : il se recommande, par là même, à « l'intérêt politique de la France ; il permet, en « outre, de fixer le nomade, de l'attacher au sol et « de l'arracher à sa vie pastorale, qui est la ruine « des terres ; il procure une plantation économique ; « il assure la réussite, puisqu'en travaillant pour « son patron, l'ouvrier travaille également pour « lui ; il garantit le colon français contre les dépré- « dations et le décharge des soucis de la création. »

Le contrat de m'gharcia a donné à la forêt d'oliviers de Sfax un développement qui n'a fait que s'accroître chaque année depuis l'établissement du Protectorat. La mise en vente des terres sialines lui a imprimé un nouvel essor. De nombreux capitalistes français ont été séduits par les avantages financiers de la m'gharcia. Quelques grandes propriétés se sont créées, d'autres s'organisent et il n'est pas rare d'y voir planter 10.000, 20.000 et même 30.000 oliviers [1].

Quelques chiffres, puisés aux sources les plus autorisées, montrent éloquemment les résultats déjà obtenus. Le 1er juillet dernier et dans l'espace de moins de quatre ans, 29.823 hectares de terres sialines avaient été concédés, avec titres fonciers, dans la région de Sfax. Tout récemment (décret du 20 août) un magnifique lot de 30.000 hectares vient d'être donné à la Compagnie concessionnaire des gisements de phosphates de Gafsa et du chemin de fer de Sfax à Gafsa.

Ces concessions portent sur 140 demandes, dont 52 émanent de Français, 5 seulement d'étrangers et 83 d'indigènes du pays. Toutes sont faites sous la condition expresse que les terres concédées devront être complantées dans un délai de quatre années, à l'expiration duquel le titre définitif est remis au concessionnaire. Ce délai a été porté à dix ans pour la concession de 30.000 hectares faite à la Compagnie des phosphates de Gafsa. Au point de vue de la répartition des terres, on peut dire que la colonisation y a un caractère presque exclusivement français ; sur un total de 59.823 hectares concédés, 55.366 hectares le sont à des Français, 4.256 hectares à des indigènes et 201 hectares seulement à des étrangers. De nombreuses demandes sont encore faites et à l'examen : il n'est

[1] Rapport du jury de l'Oléiculture au Concours agricole de Tunis, en 1888.

[1] Domaines de Chaaba, appartenant à M. Siry (27.000 oliviers) ; la Gazelle, à MM. Steeg et Serres (8.500 oliviers) ; La Taureau, à M. Siris (25.000 oliviers) ; la Marguerite, à M. Siris (11.000 oliviers) ; le Peuplier, à M. Regnault (14.000 oliviers) ; le Jujubier, à M. Rendu (20.000 oliviers) ; le Roseau, à M. Jacquemaire (12.000 oliviers) ; l'Eucalyptus, à M. Arnould (8.000 oliviers) ; le Chêne, à M. Levy (7.000 oliviers).

pas téméraire de penser qu'elles peuvent embrasser près de 60.000 hectares. On ne peut que se féliciter de tel résultats .

Nous avons dit que la presque généralité des plantations faites dans la région de Sfax l'avaient été en association avec les m'gharcis. C'est, à notre avis, la méthode la plus pratique et la moins onéreuse, au point de vue financier, car elle permet, avec un capital en somme restreint, de créer une propriété dont la valeur augmente rapidement et sûrement. Quelques essais de culture directe ont été tentés par plusieurs propriétaires français [1]. On ne saurait établir dès maintenant un parallèle quelconque entre les deux modes d'exploitation et préconiser l'un plus que l'autre. Il faut attendre que les olivettes entrent en plein rapport pour se faire une idée exacte des avantages matériels ou financiers de chacun : l'expérience seule répondra. L'essai était bon à tenter : l'avenir dira s'il est bon à suivre.

IV. — Oliviers du Sud et du Centre

La région de Sfax n'est pas le point terminus de la culture de l'olivier en Tunisie. Plus au sud, on remarque encore quelques groupes importants : 250.000 oliviers dans le gouvernement de l'Arad (région de Gabès), 75.000 dans les contrôles de Gafsa et de Tozeur, et plus de 500.000 dans l'île de Djerba, où ils sont surtout remarquables et productifs.

Au Nord-Ouest, Béjà compte une quarantaine de mille pieds et Souk-el-Arba une dizaine de mille. Plus à l'Ouest, nous retrouvons le Kef avec 76.000 oliviers et Maktar avec 44.000.

Dans le centre du pays, à part Kairouan qui comprend encore 80.000 arbres [2], toute la région comprise entre Sfax, Tébessa et Gafsa est complètement dénudée. Il ne reste plus rien de la forêt d'oliviers qui la couvrait au temps des Romains. Les ruines des moulins et les traces de culture en attestent seules l'existence. Le sol y est propice. Il suffira d'y créer des voies de communication faciles et pratiques pour ouvrir ces vastes régions à la colonisation et les revivifier. L'État peut, dès maintenant, y offrir des terres domaniales importantes, soit à Sbéitla, où il a fait reconnaître 27.000 hectares, soit à Kesserine, où près de 20.000 hectares peuvent être livrés aux colons dans d'excellentes conditions d'irrigabilité, grâce à un magnifique barrage romain facile à réparer.

La reconstitution de l'antique forêt d'oliviers peut donc se faire : l'exemple de la forêt de Sfax permet d'en augurer d'heureux résultats. C'est une œuvre de longue haleine qui fera le plus grand honneur au gouvernement du Protectorat et rendra à la Tunisie l'un des plus importants facteurs de son ancienne prospérité.

V. — Oliviers domaniaux et habous

Nous venons de tracer, à grands traits, la répartition, en quelque sorte naturelle, de l'olivier en Tunisie. Cette immense forêt de près de douze millions d'arbres n'est malheureusement pas livrée tout entière à l'initiative individuelle, plus intéressée que toute autre à son bon entretien et à son meilleur rendement. Près d'un cinquième (environ 2.300.000 oliviers) se compose d'oliviers domaniaux (270.000) et habous (2.030.000) [1], la plupart abandonnés ou cultivés d'une façon si insuffisante que leur rendement est ramené au minimum et que la la proportion totale d'huile du pays se trouve nécessairement fort réduite.

L'Administration s'est justement préoccupée de remédier à ce fâcheux état de choses, et plusieurs moyens sont proposés. La réforme du service de la ghaba permettra d'améliorer, comme nous l'avons vu, les oliviers, en pays de dîme. Pour les autres, on pourrait les louer à longs termes, s'ils sont suffisamment groupés pour former des olivettes d'une étendue normale, ou bien les échanger et les vendre s'ils sont trop éparpillés.

Pour les oliviers habous, dont le nombre est si considérable et la culture dans un si triste état d'abandon, il serait à désirer qu'on pût en assurer une prochaine restauration, au moyen de baux à long terme, ou mieux encore par la location à enzel, si toutefois la mise à enzel peut être rendue compatible avec la loi religieuse musulmane.

VI. — Qualité des produits et rendements

Les variétés d'olives découvertes jusqu'ici dans la Régence sont au nombre d'une vingtaine. Deux seulement prédominent : le *ckitoui* dans le Nord, et le *chemlali* dans le Sahel et dans la région de Sfax, où elle forme presque exclusivement la forêt. Quelques autres, telles que les *souaba-el-aljia* (à Tunis), les *mellahi* et les *nab* (à Sfax), sont belles et bonnes pour la table, mais la préparation en est encore inconnue. C'est une lacune à combler et une industrie qui serait certainement rémunératrice.

La teneur des olives en huile paraît suivre la

[1] L'Epargne-Sfax, appartenant à la Société l'Epargne foncière, doit planter cette année 30.000 oliviers qui sont en pépinière.
Sainte-Ursule, à M. Chrétien..... 3.000 oliviers
Maden, à M. Benoît..... 12.000 oliviers
La Lorraine, Oued Ksibi, Hadeïd Honara, à MM. Bueb et autres, ensemble..... 26.300 oliviers

[2] Ces chiffres proviennent d'évaluations faites, il y a quelques années, par les contrôleurs civils. Un recensement général, qui est en cours, permettra prochainement d'établir une statistique plus précise.

[1] *Habous*, c'est-à-dire cultivés sur les biens de main-morte. Voyez plus loin l'article de M. Chailley-Bert.
(Note de la Direction.)

chaleur : c'est, d'ailleurs, ce qui résulte des analyses faites par le laboratoire de Tunis, que nous reproduisons textuellement :

26,40 %	pour la région de	Tunis.
27,91 %	—	Sousse.
28,15 %	—	Sfax.
29,27 %	—	Djerba.
31,24 %	—	El Oudiane (Djerid).

La qualité de l'huile semble suivre la même progression et s'affiner à mesure qu'on descend vers le Sud. Les procédés français ont réalisé, dans la fabrication des huiles tunisiennes, des progrès si importants qu'ils ont opéré, depuis quelques années, dans les prix offerts jusque-là sur le marché de Marseille, une véritable révolution. Aux huiles arabes, cotées de 55 fr. à 60 fr. les cent kilogs, se sont substituées les huiles européennes qui valent couramment aujourd'hui de 95 fr. à 102 fr. et ont même été cotées jusqu'à 110 fr. et 115 fr.

Les huiles tunisiennes ont donc devant elles les plus belles perspectives d'avenir. Elles pourront, sans doute, dans un délai peu éloigné, grâce à la faveur dont elles commencent légitimement à jouir sur le marché français, supplanter à leur profit la plus grande partie des importations considérables que la France est obligée de demander chaque année à l'étranger pour sa propre consommation [1].

Nous ne pensons pas devoir donner, à la fin de cette étude, le bilan d'une plantation d'oliviers dans la région de Sfax. Nous laissons à de plus compétents que nous le soin et la responsabilité de l'établir.

M. Bourde a, d'ailleurs, très judicieusement établi, dans son Rapport de 1893, les probabilités de frais et de rendement d'olivettes de 10, de 100 et de 1.000 hectares. Sans être aussi optimiste que lui dans une évaluation de chiffres pris, il est vrai, d'après des données sérieuses, mais qu'on ne saurait peut-être, sans danger d'exagération et par là même de mécomptes, accepter d'une façon aussi absolue, — il est juste de dire bien haut que les plantations d'oliviers sont et doivent être rémunératrices. Les résultats acquis et les nombreux capitaux qui s'y sont risqués en sont les meilleures preuves.

Le prix avantageux de 10 fr. l'hectare et les avances peu élevées consenties aux m'gharcis, permettent d'entreprendre à peu de frais cette culture, sans engager un gros capital. Il faut tenir compte de l'intérêt des sommes versées et restées improductives pendant les dix premières années, des frais nécessaires à la construction des puits indispensables pour les grandes exploitations, des dépenses du gérant chargé de surveiller l'entreprise et de faire exécuter les contrats. Mais, lorsque l'olivier entre en pleine production, c'est-à-dire entre 15 et 20 ans, il peut produire, dans de bons terrains, 45 litres d'olives donnant environ 11 litres d'huile qui, à 0 fr. 65 le litre, représentent un revenu brut de 6 fr. 75 par pied [1].

En déduisant de ce chiffre environ 2 fr. 30 pour les frais de culture, de cueillette et de transport, et 0 fr. 45 d'impôt kanoun [2], soit en tout 2 fr. 75, il reste encore un produit net de 4 fr. par pied d'olivier, c'est-à-dire un revenu net de 68 fr. par hectare [3]. Ceci est une moyenne de rendement prise, nous le répétons, dans les bonnes terres de Sfax, d'après des observations faites par les indigènes du pays, contrôlées avec soin et dignes d'être acceptées avec confiance.

Dans les terres médiocres, ce chiffre est rarement atteint ; par contre, certains terrains de nature exceptionnelle, comme ceux de la région de Gremda, d'El-Aïn et de Lafrane ont donné des rendements très supérieurs. Nous connaissons certaines olivettes qui rapportent de 15 fr. à 25 fr. par pied. On cite même quelques oliviers qui donnent jusqu'à 40 fr.

Nous pouvons donc dire, en terminant, avec M. Bourde : « Les plantations d'oliviers ont ce « gros inconvénient de ne commencer à produire « que vers la dixième année, de ne donner des « rendements sérieux que vers la quinzième et de « n'être en plein rapport qu'à vingt ans. Elles ne « sont donc accessibles qu'aux personnes qui « peuvent se passer de tirer un revenu immédiat « de leurs capitaux. Ceci accepté, tous les renseigne- « gnements s'accordent pour indiquer qu'elles « constituent, sur le sol et sous le climat, privilé- « giés pour cette culture, du centre de la Tunisie, « un des placements les plus sûrs et les plus pro- « ductifs qu'on puisse faire. »

Vicomte de l'Espinasse-Langeac,
Président de la Chambre mixte de Commerce et d'Agriculture du Sud de la Tunisie.

[1] La France importe annuellement de 20 à 24 millions de kilogrammes d'huiles d'olive, (22 millions en 1892, 24 millions en 1894, 19 millions en 1895). La Tunisie a pu importer en France jusqu'à 10 millions de kilos en 1895, soit plus de la moitié de l'importation totale de l'année.

[1] Le prix courant d'un olivier est à dix ans de 15 à 18 fr., à quinze ans de 30 à 40 fr., et à vingt-cinq ans de 50 à 70 fr.

[2] L'impôt kanoun n'est applicable qu'aux oliviers âgés de 20 ans.

[3] Nous comptons 17 oliviers à l'hectare, les arbres étant plantés à 24 m. les uns des autres et en carré. C'est la méthode généralement suivie par les Sfaxiens. Si l'on substituait le quinconce au carré, l'hectare aurait 20 arbres au lieu de 17 et le revenu serait porté à 80 fr.

LES CONDITIONS ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA COLONISATION AGRICOLE EN TUNISIE

Un Français de la métropole médite de fonder un établissement en Tunisie. Nous verrons plus tard les conditions qu'il doit remplir pour prétendre au succès de son entreprise. Pour le moment, tenons que les conditions sont remplies : avant de rien faire, il désire s'enquérir des facilités qu'il trouvera dans le pays pour l'accomplissement de son dessein, de l'étendue de terres disponibles, des modes de propriété reconnus par les lois, des contrats en usage, de l'abondance et du prix de la main-d'œuvre, de l'importance des capitaux nécessaires, etc., etc. Le présent article a pour but de le renseigner sommairement sur ces divers points. Bien entendu, les renseignements qu'on donne ici ne sont destinés à lui fournir qu'une direction de principe, qu'une orientation. Il devra, quand il entrera dans la période d'exécution, s'adresser, pour des informations plus détaillées et plus précises, soit à la Direction de l'Agriculture à Tunis, soit à l'*Union Coloniale Française*, à Paris [1].

I. — Les terres.

La Tunisie renferme environ 12 millions d'hectares de terres, et seulement 1 million huit cent mille habitants. Parmi ces habitants, un grand nombre vivent, dans les villes, de commerce et d'industrie ; d'autres, le long de la mer, de pêche et de commerce ; d'autres enfin, d'agriculture. Cette indication à grands traits des principales occupations de la population tunisienne permet de supposer que, dans la Régence, d'assez grandes étendues de terres, même si elles sont occupées, ne sont pas cultivées, et que la colonisation en doit facilement trouver de disponibles. Et cette supposition est exacte.

Il y a, en Tunisie, des *terres sans maîtres :* environ 2 millions d'hectares, grands *parcours*, peu fertiles, de fait vacants et que l'Etat revendique comme lui appartenant. Tout le reste est *approprié*.

§ 1. — La Propriété.

La Tunisie connaît deux sortes de propriété : propriété commune ou indivise et propriété individuelle. La propriété individuelle, contrairement à ce qu'on pouvait observer en Algérie lors de notre occupation, est la règle ; la propriété indivise est l'exception.

Il y a deux variétés de propriété *indivise* : l'une est la propriété *en commun* de la tribu ou du douar ; elle est rare en Tunisie et ne se rencontre guère que dans l'Extrême-Sud ; l'autre est une propriété privative au fond, une propriété individuelle, qui, à un moment déterminé, a reposé sur une seule tête et n'est à l'état indivis que parce que les héritiers d'un même auteur ont trouvé de leur intérêt de demeurer dans l'indivision. Mais ces héritiers ne sont jamais nombreux : quelques unités, au plus quelques dizaines de personnes, jamais des milliers, des dizaines de milliers, comme en Algérie, même dans le cas de ces propriétés *habous* dont nous allons parler tout à l'heure.

La propriété *individuelle* est donc beaucoup plus fréquente que l'autre, et cela est d'une importance capitale pour le colon qui sait désormais avec qui traiter, ou pour acheter ou pour louer, et n'est pas exposé, dans l'avenir, à des revendications toujours inquiétantes. Mais il ne faut pas que ces mots « propriété individuelle » l'induisent en erreur. Aux titulaires de cette propriété, il ne rencontrera pas nécessairement que des *particuliers* : il aura aussi, et même souvent, affaire à l'*Etat* et aux *congrégations* religieuses.

L'*Etat*, par suite de causes trop longues à établir, est propriétaire de terres nombreuses, situées dans toutes les régions de la Tunisie, au Nord, au Centre et au Sud. Une première recherche l'a déclaré propriétaire de plus de 500.000 hectares (sans parler des 2 millions d'hectares de terres vacantes). Ces terres sont, en grande partie, incultes ; l'Etat en fait défricher certaines étendues au fur et à mesure

[1] L'*Union Coloniale Française*, qui s'était déjà signalée par sa propagande consciencieuse et efficace en faveur de la Nouvelle-Calédonie (dans l'année 1895-96, sur ses conseils, plus de 120 familles s'y sont établies, possédant chacune un capital *constaté* d'au moins 5.000 francs, et quelques-unes beaucoup plus), l'Union Coloniale a accepté du Résident général de Tunisie, M. René Millet, de faire connaître en France, par une large propagande (presse, conférences, brochures, correspondance directe), la Tunisie et ses ressources au point de vue de la colonisation et aussi de répondre aux demandes de renseignements qui lui seraient adressées par les personnes désireuses d'émigrer. Elle a publié un *Guide de l'émigrant* en Tunisie, qui en est actuellement à sa 10e édition, dont l'auteur est M. Saurin, colon très estimé, auteur de remarquables travaux sur la colonisation en Tunisie et d'un plan fort curieux de métayage. Un fonctionnaire de la Résidence générale de Tunisie (*Direction de l'Agriculture*) est à demeure aux bureaux de l'*Union Coloniale Française*, 56, rue de Provence, à Paris, et répond par lettre individuelle à toute demande sérieuse.

des besoins de la colonisation, et les met alors à la disposition des colons dans des conditions que nous indiquerons.

Les *congrégations* possèdent des biens d'une étendue assez considérable. Dans le Nord de la Régence, elles ont environ (contrôles de Tunis, de Bizerte et de Béjà) 15.000 hectares (sur 4 millions). Dans le Centre et dans le Sud, elles occupent des étendues bien plus vastes. Ces congrégations religieuses sont des congrégations indigènes, relevant de la religion musulmane et qui ont été instituées dans des intérêts publics : religion, assistance, éducation, etc. Leurs biens leur viennent de fondations pieuses, lesquelles constituent ce qu'on appelle des biens *habous*.

Il y a deux espèces de biens habous : les habous *publics* et les habous *privés*. Une personne en mourant lègue la nue-propriété de ses biens à une congrégation et l'usufruit à ses héritiers ; c'est là un habous privé ; mais, quand le dernier des usufruitiers est mort, l'usufruit va à la congrégation, qui possède alors la totalité des droits sur les biens, et de privé le habous devient public. Il y a encore d'autres origines aux biens habous, mais celle-ci est la plus ordinaire.

§ 2. — L'étendue des propriétés.

Comme dans tous les pays, on distingue en Tunisie la propriété petite, moyenne et grande. Il faudrait y ajouter, pour être complet, la propriété géante (Centre et Sud), qui comprend parfois jusqu'à 50 et 100.000 hectares d'un seul tenant dans une même main. D'une façon générale, on peut, avec une exactitude suffisante, dire que le Nord est la région de la petite et de la moyenne propriété ; le Centre et le Sud, la région de la grande propriété. Mais on demande quelques explications complémentaires :

1. *Nord.* — Le Nord comprend, nous l'avons déjà dit, environ 4 millions d'hectares. Là-dessus, la moyenne et la petite propriété peuvent réclamer entre 700.000 et 750.000 hectares ; le reste est de la grande propriété.

La *grande propriété* dans le Nord dépasse rarement quelques milliers d'hectares, 4 ou 5.000 ; là-dessus, une partie seulement est mise en valeur, rarement plus de 3.000 hectares, le plus souvent beaucoup moins. Et même ces dimensions sont exceptionnelles ; ordinairement, la grande propriété dans le Nord va de 200 à 500 hectares. Elle comporte des pâturages et des céréales.

Partout où la terre est de bonne qualité, la grande propriété est entamée : le domaine (*henchir*) est alors morcelé en propriétés de modique étendue : 30 à 60 hectares ; c'est là ce qu'on appelle la *moyenne propriété*. Ce genre de propriété se prête à la culture telle que la comprend l'Européen, culture intensive plutôt qu'extensive ; elle comporte des pâturages, des céréales, de la vigne.

Là où la terre est de qualité supérieure, ou bien dans les régions plus voisines des villes, on voit se constituer la *petite propriété*, de 1 à 10 hectares, et qui comporte la culture arbustive, les vergers et la culture maraîchère.

Naturellement, cette propriété moyenne et petite, attire avec soi une population considérable. Dans le nord de la Régence, exception faite de la population urbaine, c'est la petite et la moyenne propriété, avec ses 750.000 hectares sur 4 millions, qui, en regard de la grande propriété, prend de beaucoup la plus forte proportion de la population. Cela laisse, on le conçoit, de vastes espaces disponibles dans la grande propriété pour la population immigrante de l'avenir.

Il y a plus, — et les chances du colon de trouver de la terre à son gré augmentant d'autant, — la petite et la moyenne propriété, depuis pas mal d'années déjà, perdent du terrain au lieu d'en gagner. Il fut un temps où, le blé tunisien se vendant très bien en France et en Italie, les cultivateurs gagnaient beaucoup d'argent et achetaient de la terre par petits lots prélevés sur les *enchirs* de la grande propriété. Un grand ministre tunisien, Kérédine, poussa beaucoup à ce morcellement. Mais, par suite de la concurrence des blés de Russie et d'Asie et d'Amérique, les blés tunisiens virent baisser leurs prix. Les cultivateurs, qui, même sur leurs petits domaines, en restaient aux procédés de la culture extensive, firent de mauvaises affaires ; les prêteurs d'argent survinrent, et aussi les usuriers, et, avec les petites propriétés qui étaient sorties du morcellement de la grande, ils refirent des domaines compacts de grande étendue. Suivant un document quasi-officiel, il y a eu, durant les vingt dernières années, parmi les indigènes, plus de *remembrements* que de *démembrements* de la grande propriété.

2. *Centre et Sud.* — A l'inverse du Nord, on peut dire que, dans le Centre et le Sud, la grande, quelquefois la très grande propriété est la règle, et la moyenne et la petite propriété, la très petite exception. A cela, une cause physique : la rareté de la pluie. Dans le Nord, il tombe 50, 60 et jusqu'à 90 centimètres d'eau, et cela permet des cultures variées et des récoltes à peu près assurées.

Dans le Centre, il ne tombe que de 20 à 35 centimètres d'eau ; cela ne suffit plus aux céréales ; à Kairouan, on n'ose espérer qu'une récolte tous les trois ans ; à Sfax, qu'une tous les cinq ans. Il en résulte que les terres sont le plus souvent des par-

cours à moutons; que la population est clairsemée, que le propriétaire, dans les cultures, est obligé de couvrir de grands espaces, de façon que le peu d'eau qui tombe ne soit pas disputé par des plantes trop serrées. Ces circonstances climatériques ont amené la constitution d'immenses domaines (henchirs) de 10.000, 50.000 et même 100.000 hectares : autour de Sousse, le domaine de l'Enfida (100.000 h.), de Lalla Azia (50.000) ; plus au sud, de El-Amra (75.000 h.), de El-Houareb (25.000), de Chérahil (henchir domanial, 70.000).

Enfin, au Sud, il ne tombe plus que 15, 12, 8 centimètres d'eau par an; on n'ose plus alors compter sur la pluie, et la culture n'apparaît guère que dans les régions où jaillit une source plus ou moins abondante, qui, si elle est continue, provoque la création d'une oasis : telles les oasis de Gabès et du Djérid, région de propriétés minuscules, où tout le monde est à l'aise, tant le sol est fertile sous l'action combinée du soleil et de l'eau.

Toutefois, dans cette région du Centre et même du Sud, il faut noter deux particularités importantes :

Autour de Kairouan et aux environs de Sousse, il tombe encore assez, et assez régulièrement, de pluie pour que l'habitant cultive les céréales : il en résulte qu'aux environs de ces deux centres, il existe quelques propriétés (que dans cette région on qualifie alors de moyennes), qui comprennent de 200 à 500 hectares.

La seconde particularité est bien plus digne d'attention : cette région du Centre et du Sud semble être le terrain de prédilection de l'olivier. L'olivier existe dans toute la Régence, et dans le Nord on en compte de très importantes plantations, des forêts, comme on dit en Tunisie. Mais ces plantations sont anciennes, et, pour des causes diverses, — impôts d'une part, et, d'autre part, incurie des propriétaires, — mal tenues. Au contraire, dans les régions dont nous nous occupons en ce moment, Sahel tunisien (autour de Sousse), le long de la mer, de Sousse à Sfax (non sans quelques interruptions) et autour de Sfax, les plantations sont relativement récentes, beaucoup même tout à fait nouvelles, et elles ont été faites et sont entretenues avec un soin et une compétence remarquables. De Sousse et de Sfax la forêt d'oliviers s'étend, par une quantité de routes et de chemins, depuis le rivage jusqu'à 40 ou 50 kilomètres dans les terres, et une population énorme s'est massée dans ces deux villes ou à l'entour. La petite propriété y a pris un développement extraordinaire. Chacun a son verger d'oliviers; la faible importance des pluies oblige à les planter clairsemés (16 ou 17 à l'hectare), et des mesures pratiques sont prises pour que rien ne se perde de l'eau qui peut tomber; mais l'arbre gagne à cet espacement régulier, et le revenu, au bout de quelques années, est très satisfaisant.

Deux circonstances ont beaucoup contribué au développement de la culture des oliviers. Le Gouvernement a eu la sagesse de mettre à la disposition de la culture des terres immenses au prix minime de 10 fr. l'hectare, et, outre les indigènes, les capitalistes européens ont pu mettre de l'argent dans ces entreprises grâce à un contrat de bail à comptant, dont nous parlerons plus loin, et qui leur permet, sans résider dans le pays, de faire exploiter leur domaine, avec des chances suffisantes de fidélité et, partant, de profit.

De tout ce qui précède, il résulte que la population n'est pas très abondante; dans le Nord, région la plus peuplée, on compte environ 4 habitants au kilomètre carré ; les habitants sont massés autour des villes ou le long de la mer; il y a de la terre disponible en quantité. Comment le colon va-t-il pouvoir l'acquérir ?

II. — Les contrats.

Rappelons d'abord que le propriétaire sait qu'il peut toujours trouver à qui parler. Tous les biens ont un maître : les biens de particuliers, comme les biens de l'Etat et comme ceux des congrégations. L'Etat, à cet effet, a un organe spécial, la Direction de l'Agriculture, et partout des agents : les Contrôleurs. Quant aux congrégations, leurs biens sont administrés par une asssemblée spéciale, appelée *Djemaia*, qui a, de par la loi, qualité pour traiter absolument.

§ 1. — Contrats de Vente.

Avec les *particuliers*, le colon fera ce que bon lui plaira, achat ou location : c'est affaire de convention. Notons toutefois que son contrat, quel qu'il soit, acquiert un degré de sécurité inconnu dans la plupart des pays civilisés par l'application de la loi de 1885 qui a introduit l'*immatriculation*, imitée de l'Act Torrens, et infiniment supérieure à notre régime foncier. Il en est traité à un autre endroit [1] ; nous n'en parlerons pas ici.

L'*Etat*, lui, ne donne point de terres. Pas de concessions gratuites : on n'en citerait que deux ou trois datant d'avant le Protectorat. L'exemple de l'Algérie n'a pas encouragé le Protectorat à continuer. L'Etat désormais vend ses terrres : le prix varie avec la situation, la qualité, et suivant que préalablement les terres ont été ou non défrichées.

La terre acquise des particuliers de gré à gré atteint les prix les plus variables : de 100 francs à

[1] Voyez ci-après l'article de M. E. Levasseur.

700 francs, et même davantage ; de l'Etat, de 50 à 150 fr., rarement plus. Les terres sialines (retour de la donation faite à la famille Siala) pour la culture des oliviers, ont été vendues uniformément 10 francs.

§ 2. — **Enzel.**

En Tunisie, à côté du contrat de vente, on connaît un autre contrat : l'*enzel*. Il est surtout usité pour les biens *habous*, privés ou publics, lesquels sont en principe inaliénables. Il consiste en une rente perpétuelle, dont le chiffre est, une fois pour toutes, déterminé aux enchères, et que le preneur s'oblige à payer à la congrégation ou au bailleur, quel qu'il soit ; moyennant cette rente annuelle, le premier a la jouissance incommutable du fonds ; il peut, à son tour, vendre le droit à l'enzel, et, s'il y a introduit des améliorations, obtient de son cessionnaire un loyer supérieur à la rente que touche la congrégation ou le bailleur. De là un bénéfice pour lui. Le grand avantage de l'*enzel* consiste en ceci : il met, moyennant une somme peu élevée, de grandes étendues de terres à la disposition du colon moyennant peu d'argent. Le colon qui, en général, n'est pas, en arrivant, très fourni d'argent, n'a pas à débourser une grosse somme, il peut garder presque tous ses capitaux comme fonds de roulement. Il y a tel *enzel*, bien situé, de 1.500 ou 1.800 hectares, qui s'obtient par une rente de 1.800 à 2.500 francs. En face de ce grand avantage, l'*enzel* a l'inconvénient de ne pas transférer la propriété du fonds ; le preneur n'en peut pas disposer à son gré ; il n'aura jamais, — ce dont le Français est si friand, — la terre à lui. On espère pouvoir parer à cet inconvénient au moyen d'une fiction légale, admise en Turquie, qui consiste à distinguer trois éléments au lieu de deux (possession, propriété et jouissance), et qu'on introduira sans doute quelque jour en Tunisie. L'enzel deviendra alors le contrat, par excellence, de la colonisation.

III. — La main-d'œuvre.

Le colon est donc assuré de trouver en Tunisie des terres autant qu'il en voudra et de la qualité et dans la région qui lui plairont le mieux. Mais un Français qui émigre le fait avec l'espoir de s'enrichir. La terre n'est un instrument de fortune que si l'on en cultive d'assez grandes étendues. Celui qui la travaille de ses mains arrive à vivre ; pour qu'il fasse fortune, il lui faut joindre à son travail propre le travail d'auxiliaires rémunérés.

Le colon tunisien a-t-il chance de trouver de ces auxiliaires, d'en trouver facilement, en quantité suffisante, et à un prix acceptable ? Aujourd'hui, après dix années d'expérience, on n'a aucune hésitation à répondre par l'affirmative. L'indigène tunisien accepte volontiers de travailler ; il se plie facilement à nos méthodes, et ses prétentions ne sont point excessives.

Deux méthodes s'offrent au colon pour faire cultiver son domaine. Il a la possibilité de cultiver lui-même avec le concours d'hommes qu'il paie ou qu'il entretient, ou encore, de confier tout ou partie de son domaine à des espèces de métayers indigènes qui lui donnent après la récolte une partie déterminée des fruits de la terre. Il peut recourir indifféremment à l'un ou l'autre de ces deux procédés. Néanmoins chacun d'eux semble avoir son domaine particulier d'application.

§ 1. — **Culture directe avec auxiliaires payés.**

Ce procédé, qui est plus particulièrement celui des colons (les indigènes y recourent peu pour l'exploitation de leurs terres), comporte l'emploi d'hommes payés ou bien à la journée, ou bien à la tâche, ou bien à l'année, ou bien encore l'emploi d'espèces de colons partiaires appelés khammès.

1. *Les khammès.* — Le mot kammès semble signifier cinquième. Cinq éléments concourent à la production d'une récolte la terre, le capital (semences, avances), le bœuf, la charrue, le travail. Le khammès, en général, fournit le travail, le propriétaire fournit les quatre autres éléments. En conséquence, le khammès a droit au cinquième de la récolte, le propriétaire aux quatre autres cinquièmes. Par récolte il faut entendre la récolte moyenne. On estime, dans plusieurs parties de la Tunisie, là où l'agronomie européenne n'a pas encore fait pénétrer nos méthodes prudentes et rationnelles, qui conjurent, dans une certaine mesure, les effets du climat, — que les récoltes, d'année en année, se succèdent dans l'ordre suivant : une bonne, une médiocre, une mauvaise. C'est sur la moyenne de ces trois années que le khammès a droit à un cinquième. On estime que cela lui fait environ 120 francs par an. Son profit monte même, avec divers suppléments, à 180 francs, et même ce n'est pas là tout son profit, car le propriétaire est obligé, durant les mauvaises années où la récolte a fait défaut, de le nourrir lui et les siens, et, si restreints que soient les besoins des indigènes, il y a encore là une charge pour le propriétaire, et par suite, pour le khammès, un bénéfice d'une importance appréciable.

Moyennant ces avantages, le khammès est tenu de faire tout ce qui est nécessaire pour que la terre donne une récolte jusqu'au moment de la moisson, et cela sur une étendue de terre égale à ce que peut faire une charrue au moment des labours. Quand vient le temps de la moisson, le propriétaire est tenu de lui donner un aide.

2. *Travailleurs à la journée.* — Ces travailleurs sont surtout, les uns des laboureurs, et les autres des moissonneurs. Les laboureurs gagnent de 0 fr. 80 à 1 fr. 20, sans indemnité pour leur nourriture. Les moissonneurs gagnent, suivant les localités et suivant la demande, entre 1 et 2 francs par jour. De plus, ils ont droit à une indemnité pour leur nourriture. Mais la nourriture d'un indigène représente au plus quelques sous par jour.

On pourrait encore citer bien d'autres catégories de travailleurs, travailleurs pour la culture potagère, pour les vergers, etc.

3. *Travailleurs au mois et à l'année.* — Les travailleurs au mois et à l'année sont, non plus des spécialistes (laboureurs, moissonneurs, piocheurs, etc.), mais des ouvriers bons à tout faire, que les indigènes appelent *agir*. Ils sont entièrement à la disposition du propriétaire et doivent être aptes à tous les travaux. Suivant les cas (habileté, rareté, etc.), ils reçoivent une rémunération annuelle qui varie de 120 à 240 francs par an, sans autre indemnité. Le travailleur au mois gagne environ 30 fr. par mois.

4. *Agvilutadu.* — Enfin, il y a une autre catégorie de travailleurs appelés *agvilutadu*. Ce sont des hommes qui s'engagent à faire les labours et se mettent à la disposition des propriétaires pendant trois mois de l'année, délai qui n'est si long que parce que, les pluies arrivant à des époques irrégulières, il n'est pas possible de prévoir exactement à quel moment pourront s'exécuter les labours.

§ 2. — Culture par l'intermédiaire d'indigènes associés [1].

Le fermage, tel que nous le pratiquons en Europe, n'est pas très répandu parmi les indigènes. Si le colon veut un fermier qui lui paie chaque année une somme d'argent, il le trouvera plutôt parmi les Européens que parmi les indigènes.

En revanche, il trouvera des métayers ou des associés qui se lieront à lui par des contrats très usités en Tunisie, et qui offrent une grande variété. Il serait inutile d'étudier ici tous ces contrats, dont les termes varient d'un lieu à un autre, et sur lesquels le colon, à peine débarqué en Tunisie, trouvera les plus amples renseignements. Bornons-nous ici, pour fixer dès à présent les idées, à déterminer les traits principaux des deux contrats les plus intéressants : l'un le contrat de *khamessa*, l'autre le contrat de *mrharça*.

1. *Khamessa.* — La plupart des propriétaires indigènes cultivent à l'aide de khammès, comme les propriétaires français cultivent à l'aide d'ouvriers à la journée. Le khammès, le plus souvent, est un homme qui a besoin de se procurer tout de suite une certaine somme d'argent pour payer une dette, acheter une femme, etc. Il va trouver un propriétaire, demande cette somme, et, en échange, s'engage à travailler pour lui. A partir de ce moment, il ne peut plus quitter son maître avant de s'être libéré envers lui. Le maître lui fournit une paire de bœufs, une charrue, le terrain, la semence, et les avances nécessaires, c'est-à-dire, en général, du blé et de l'orge (environ 36 litres par mois de chacun), quelques litres d'huile, une paire de chaussures et un vêtement tous les ans. Ces avances grossissent d'autant la dette du khammès. Comment donc le khammès s'acquittera-t-il? Le voici : le khammès est tenu de faire tous les travaux de culture qui concernent l'étendue de terrain à lui confiée (environ 10 à 12 hectares), sauf la moisson, pour laquelle le maître doit lui fournir des auxiliaires. En dehors de ces travaux, le maître ne peut rien exiger du khammès, et, s'il l'emploie à d'autres travaux, il est obligé de le payer; de plus, le khammès est libre d'aller travailler au dehors à la journée quand il n'a rien à faire pour son maître. Les travaux supplémentaires qu'il accomplit ainsi, soit sur le domaine, soit en dehors, et aussi le prix de sa part dans la récolte, servent à éteindre sa dette.

Un décret du 13 avril 1874, dû au grand ministre dont nous avons déjà cité le nom, Khérédine, a codifié toutes les obligations respectives des deux parties du contrat de Khamessa, et nous dispense d'en dire davantage à cette place.

2. *Contrat de Mrharça.* — Le contrat de Mrharça est une variété très lâche du contrat de Khamessa, appliquée à la culture des oliviers, des cactus, des figuiers, des orangers, etc., mais principalement des oliviers. En principe, le propriétaire fournit la terre nue à un cultivateur qui s'engage à y planter des oliviers. Au bout d'un certain temps la propriété est partagée dans une proportion à déterminer entre les deux parties.

L'olivier ne rapporte guère avant 10 ou 12 ans. L'opération est donc à assez long terme. Voici comment elle s'établit dans le Centre et dans le Sud de la Régence, qui sont les parties du pays où le colon rencontrera le plus facilement des terres disponibles.

Ces terres, l'État les vend 10 francs l'hectare. Sur un hectare on ne peut planter, eu égard au faible volume d'eau qui tombe et à la quantité qu'en exige chaque olivier, plus de seize ou de dix-sept oliviers, seize en plantations rectilignes et dix-sept en quinconce. Les arbres une fois plantés, il faut que le Mrharçi vive. Dans le Nord de la Ré-

[1] Comparables à nos fermiers, métayers, etc.

gence il pourrait vivre avec le produit des cultures de fèves qu'il fait parmi les oliviers ; dans le Sud ces cultures sont moins abondantes et surtout moins régulières, et le Mrharçi vit principalement des avances que lui fait le propriétaire. Quand la plantation est terminée, le propriétaire a dépensé environ 50 francs, et, quand les arbres commencent à rapporter, il a dépensé environ de 6 à 700 francs. Mais cette somme représente pour une grande partie les avances remboursables du mrharçi. On fait alors le compte de chacun, mrharçi et propriétaire, et, pour s'acquitter, le mrharçi abandonne généralement une partie des oliviers qui doivent lui revenir après partage.

IV. — Les divers partis a prendre.

Donc, il y a : en Tunisie, de la terre que le colon peut louer ou acheter ; des travailleurs qu'il peut s'associer ou faire travailler, pour son compte, à la tâche ou à la journée. Trois régions peuvent l'attirer : le Nord, centre, par excellence, de la colonisation européenne ; le Centre, où la culture des céréales et l'élevage peuvent être joints à la culture de l'olivier ; le Sud, enfin, où il n'y a plus guère place (sauf dans l'oasis, où l'on n'a pas convié l'Européen) que pour la culture arbustive. Le Français, qui veut s'établir dans la Tunisie, sait tout cela. Où va-t-il se fixer ?

Cela dépend de ses ressources et de ses intentions. Et il importe de distinguer, si l'on ne veut l'exposer aux pires méprises et aux plus dures désillusions.

§ 1. — Cas du colon à tout petit capital.

Supposons un colon *disposant de ressources modiques*, 3.000 francs, par exemple, et jusqu'à 5 ou 6.000 francs. Il a beau être travailleur, intelligent, connaissant bien les choses de l'agriculture, et sobre, et économe (car ce sont là des qualités quasiment indispensables au colon, et quiconque ne les possède pas fera bien de rester en France et de ne pas aller misérablement échouer aux colonies) ; même s'il réunit toutes ces qualités, ce colon n'a qu'une petite somme à sa disposition, il ne peut songer à acheter de la terre, même pas à en louer ; de même, il n'a que ses deux bras (et ceux de sa femme, car mieux vaut qu'il soit marié, et, peut-être, de son fils aîné) et n'est pas assez riche pour payer des auxiliaires. Dans ces conditions, il ne faut pas lui conseiller de fonder un établissement agricole ou d'en prendre un à ferme. Il serait bien vite arrêté, faute de ressources, et perdrait le peu qu'il aurait engagé. Tout ce qu'il peut faire, sera de prendre une petite métairie, aux termes accoutumés du métayage. Ce sera pour lui le premier échelon de la fortune : avec ses économies, il pourra plus tard louer une ferme, plus tard encore acheter de la terre.

Si toutefois ce colon, au lieu d'être seulement agriculteur, était un artisan, sachant bien son métier et y réalisant quelques jolis bénéfices, alors il pourrait adopter une autre combinaison. A portée de la ville où il demeure, il pourrait *acheter* un morceau de terre, un ou deux hectares et, à ses moments perdus, ayant au préalable appris ce qu'il convient, le planter en vigne, en arbres fruitiers, pièce par pièce, sans se hâter et sans demander l'assistance payée d'autrui. Il aurait alors sous la main un petit « bien » qui lui fournirait le vin, l'huile, les légumes, les fruits ; ce serait une *rente* dans le présent et un *capital* dans l'avenir.

§ 2. — Cas du colon à capital moyen.

Ce premier colon est d'un type un peu exceptionnel. Le type le plus habituel sera le colon nettement agriculteur, *disposant de capitaux plus considérables*, et, outre qu'il travaillera de sa personne, pouvant employer des auxiliaires indigènes. Ses capitaux peuvent aller de 10 à 30.000 ou de 30.000 à 60.000, et ce sont là deux séries de chiffres qu'il est bon de distinguer.

1. *Colon disposant de* 10.000 *à* 30.000 *francs.* — Celui-là se fixera de préférence dans le Nord de la Régence ; il achètera un petit domaine de 30 à 60 hectares, y fera de la bonne agriculture française (à quelques variantes près) : céréales, élevage, vigne, etc. On a dressé le budget et le bilan d'un colon de cet ordre. M. Grandeau a donné ci-dessus des chiffres intéressants recueillis sur place, et, en Tunisie, un des colons les plus distingués, M. Trouillet, a fait un devis, qui semble être des plus exacts, pour cette catégorie d'agriculteurs.

2. *Colon disposant de* 30.000 *à* 60.000 *francs.* — Tout ce qui le différencie du précédent, c'est qu'il pourra, au lieu d'acheter un domaine de quelques dizaines d'hectares, prendre à enzel une vaste étendue de terres : 1.000, 1.500 hectares. Il choisit alors certaines portions parmi les expositions les plus avantageuses et les meilleures qualités de terre, et sur ce qu'il se réserve (2 ou 300 hectares de terre) fait de l'exploitation directe. Le reste, il le loue à des khammès arabes. Il arrive par là à fixer sur son domaine une certaine quantité de travailleurs qu'il a toujours sous la main, et peut, quand le besoin se fait sentir, faire travailler à la journée sur la partie qu'il cultive lui-même. C'est là une conception extrêmement intéressante, qui met le colon en quotidienne relation avec l'indigène, lui donne une position sociale plus relevée

et l'associe, de la façon la plus heureuse, à l'œuvre du Protectorat : la pénétration des intérêts et l'union des individus.

§ 3. — **Cas des colons à gros capitaux.**

Outre ces premiers types, dont les deux derniers fourniront certainement les gros contingents de la colonisation, la Tunisie comporte d'autres catégories de colons, et notamment ceux qui ont des capitaux à placer et veulent les employer dans l'agriculture. Ici encore il faut distinguer :

1. *Colon capitaliste qui résidera dans la Régence.* — La Tunisie possède quelques bons échantillons de ce genre. Le colon est suffisamment fourni de capitaux ; il achète des terres, il en prend à enzel ; il ne se cantonne pas seulement dans le Nord, il acquiert également des intérêts dans le Centre ou dans le Sud. Dans le Sahel, par exemple, il aura d'importantes étendues de terres à oliviers, qu'il fera planter et cultiver par l'intermédiaire d'un mrharçi (bail à comptant). Dans le Nord, il aura quelque grosse exploitation, comportant à la fois : culture des céréales, élevage, vigne, et aussi, pourvu que le terrain s'y prête et qu'il ait de l'eau à portée, certaines cultures de luxe ou d'essai, qu'un colon moins riche ne peut pas se permettre parce qu'elles ne sont pas aussi parfaitement connues, qu'elles exigent des expériences, n'ont pas de débouché assuré et entraînent des risques ; je veux dire : la culture de l'oranger, du figuier, du caroubier, du citronnier, des primeurs. Pour tout cela, il trouvera une main-d'œuvre abondante et déjà convenablement dressée.

2. *Colon capitaliste qui ne réside pas dans la Régence.* — Ce dernier colon ne peut pas se permettre tout ce qu'a essayé le précédent. Les cultures exposées à un aléa, qui exigent la présence constante du maître, où le « coulage » est le plus facile, lui sont interdites. Donc, à moins qu'il y ait un gérant de premier ordre, comme talent et comme honnêteté, point d'orangerie et point de primeurs. Seulement, les cultures accoutumées : céréales et vigne, avec l'élevage, notamment celui du mouton et aussi la culture de l'olivier. Et il emploiera, à son gré, soit des fermiers ou des métayers européens, soit des khammès ou des mhrarça indigènes.

Voilà les diverses variétés de colons que la Tunisie doit prévoir et qu'elle peut recevoir à son profit et au leur. Comme nous le disions en débutant, les renseignements qui précèdent n'ont que la valeur d'indications. Ceux qui seraient disposés à émigrer et à se fixer devront s'entourer de documents autrement précis et qu'il est difficile de rédiger d'avance, parce que les éléments en varient d'année en année et presque de mois en mois. Ils devront donc s'adresser, soit à la Direction de l'Agriculture à Tunis, soit à l'Union Coloniale Française à Paris.

Ajoutons ceci : tous ceux qui le pourront, ne devront pas hésiter, avant de prendre un parti, à aller dans le pays, à voir de leurs yeux, à interroger les colons déjà établis, qui se feront un devoir de leur fournir tous les éclaircissements. Qu'ils ne redoutent pas la dépense du voyage ou la perte du temps : ce sera une économie de toutes façons.

Quant aux autres, quant à ceux dont les ressources sont limitées et qui n'osent pas prélever sur leur capital déjà modique les frais d'un voyage et d'un séjour d'études, ils rencontreront à Tunis l'accueil le plus bienveillant auprès de l'Administration et surtout (puisque c'est son rôle) auprès de la délégation de *l'Union Coloniale Française*, laquelle a élargi son champ d'action et s'intitule « Comité des Immigrants ». Ce Comité lui fournira sur l'heure, ou dans le plus bref délai, tous les renseignements utiles, guidera leurs premiers pas dans la Régence et les recommandera à des personnes pleines de sollicitude et dignes de confiance, situées, s'il se peut, à proximité de leur futur établissement.

Telles sont les conditions économiques et sociales de la colonisation agricole dans la Tunisie. Nulle colonie n'est plus digne d'attirer les colons et mieux à même de les enrichir. Souhaitons à nos concitoyens d'en tirer parti et de ne pas laisser accaparer par des étrangers des terres aussi fertiles, sous un ciel aussi clément et si près de la France.

Joseph Chailley-Bert,
Secrétaire général
de l'Union Coloniale Française.

LES INDUSTRIES DES INDIGÈNES EN TUNISIE

Nos artisans tunisiens sont constitués en un grand nombre de corporations : à la tête de chacune est placé un *amin* chargé de faire respecter les règles de l'art. Le règlement particulier à chaque industrie est soumis par la corporation elle-même à la sanction du Souverain. L'amin est élu par les intéressés, mais l'élection est ratifiée par S. A. le Bey. Seul ou entouré d'assesseurs, l'*amin* tranche en premier ressort les contestations relatives à l'art. A Tunis, où l'organisation industrielle est complète, les *amins* sont placés sous l'autorité du *Cheik Medina* (Cheik de la Cité), qui est en même temps Président de la municipalité. Sous la présidence de ce magistrat, ils forment le tribunal de l'*Urf* (tribunal de l'Industrie), sorte de Conseil des Prud'hommes (qu'il ne faut pas confondre avec le Tribunal de Commerce indigène, composé de l'*amin* du commerce et de dix assesseurs).

La corporation de Tunis la plus régulièrement organisée est celle des *chaouachia*, fabricants de bonnets rouges, dont l'*amin* est aussi, de droit, amin du commerce.

Fig. 1. — *Forgerons armuriers dans leur échoppe.*
Photographie de M. Albert. — Photogravure de MM. Cueille et Despréaux.

Citons encore au hasard : les moulineurs et tisserands de soie (*tournajia* et *heraïria*) ; les fabricants de *burnous*, de *haïks*, de *foutas* [1], de bâts, de tamis, les teinturiers, les selliers, forgerons, serruriers, menuisiers, tonneliers, maçons, tanneurs, potiers, parfumeurs, orfèvres, bijoutiers, masseurs des bains maures (*hammamjia*), etc., etc... Il existe même une corporation de circonciseurs !

Nous allons étudier brièvement les industries les plus intéressantes.

[1] Vêtements indigènes.

I. — Industries du cuir. Tannerie et teinture des peaux.

La tannerie a été et pourrait facilement redevenir une des industries les plus florissantes de la Régence. La Tunisie exporte, en effet, une grande quantité de cuirs et peaux à l'état brut, alors que ses forêts fournissent en abondance les matières tannantes.

fournit aussi du tan aux indigènes. Le grenadier leur fournit son écorce ; le calice de ses fleurs et l'écorce de son fruit servent à teindre et, en même temps, à tanner les cuirs. L'écorce du *djedari*, sumac à cinq feuilles ?), commun dans le Sud, sert au tannage et à la teinture des cuirs en rouge. Les indigènes emploient peu le tan du chêne kermès, du chêne vert, du chêne zéen, qui sert surtout aux Khroumirs à teindre en brun les toiles de tente dites *felij*.

Fig. 2. — *Ciseleurs sur cuivre.*
Photographie de M. Albert. — Photogravure de MM. Cueille et Despréaux.

En Khroumirie, l'écorce à tan provenant des chênes-lièges impropres au démasclage est exportée en Italie, en Portugal, en Angleterre, etc. Le pin d'Alep (*snouber*), commun dans tous les boisements au sud de la Medjerda, donne une écorce intérieure (*sellekh* , et l'enveloppe de celle-ci, moins riche en tanin (*debbara*); ces écorces, dont l'exportation est à peu près nulle, sont, au contraire, recherchées par les tanneurs indigènes ; les pêcheurs aussi les emploient à la coloration de leurs filets. Le chêne-yeuse, qui croît mélangé au pin d'Alep,

Voici le procédé de tannage employé par les indigènes : les peaux sont traitées à la chaux dans d'énormes jarres de 100 ou 150 litres ; la chaux absorbée s'enlève au moyen de fiente de chien ; puis les peaux sont lavées à l'eau salée ; enfin, le tannage proprement dit est obtenu, toujours dans de grandes jarres, avec une décoction de matière tannante, procédé long et coûteux à la fois.

Les cuirs teints de Kairouan étaient jadis réputés à l'égal de ceux du Maroc et exportés dans tout l'Orient. La Ville sainte possède encore une dizaine

de tanneries qui fournissent la consommation locale, comme les six ateliers de Djerba et ceux de Tunis, de Sfax, du Kef. Quelques cuirs rouges ou jaunes sont cependant exportés en Egypte, en Turquie, en Algérie.

On travaille surtout en Tunisie la peau de mouton, base de la cordonnerie indigène, et la peau de chèvre; on fait peu de cuirs de bœuf. Beaucoup de peaux de mouton et de chèvre sont préparées *en laine* avec l'alun et le sel marin. Le parchemin destiné à maints usages est préparé avec des peaux de mouton épilées, notamment au Kef.

Le travail du cuir est fort en honneur dans la Régence, la sellerie de luxe surtout, et la corporation des *serrajine* compte nombre d'anciennes et riches familles maures. Tunis, dont le Souk des Selliers fait l'admiration des touristes, Kairouan, Sfax, Sousse et toutes les villes de quelque importance font la sellerie de luxe et la sellerie commune. Chaque centre important a aussi ses fabricants de bâts pour ânes et mulets. Les *bradajia* sont souvent israélites.

La cordonnerie est répandue dans tous les centres; ses produits (*balghas* pour hommes, *chebrellas* pour femmes, etc.) sont consommés sur place. La chaussure de Tunis, de Kairouan, de Nabeul, de Sfax, de Djerba est renommée dans le monde indigène.

Fig. 3. — *Tourneur sur bois.* — De la main droite il fait tourner sa pièce de bois au moyen d'un archet, tandis que de la main gauche, il tient son ciseau, qu'il guide avec son pied.
Photographie de M. Albert. — Photogravure de MM. Cueille et Despréaux.

II. — Sparterie et vannerie.

L'alfa croît spontanément dans les terrains arides d'une grande partie de la Régence, en touffes tantôt éparses, tantôt serrées. Son véritable centre est la région comprise entre Kasserine et Gafsa à l'ouest, les chotts au sud, le Sahel et Sfax à l'est, l'Oued Zerad au nord : là il est si serré qu'il constitue, souvent sur de grandes surfaces, la seule végétation. La récolte que les indigènes font en toute saison, consiste à tirer sur la feuille pour détacher le limbe de la gaine, sans endommager cette dernière; l'arrachement s'opère facilement ainsi, si la feuille est bien développée. Si l'arrachage est trop hâtif, la gaine verte suit le limbe à la traction, le rhizome est endommagé et la reproduction de la plante compromise. La coupe, — plus rapide que la cueillette à la main, et, pour cela même, souvent préférée des indigènes, — amène la destruction rapide des touffes d'alfa.

Fig. 4. — *Marché en Khroumirie, où les habitants du pays viennent vendre les produits de leur industrie.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Outre l'alfa exporté en Angleterre pour la fabrication du papier et celui que consomme le bétail, l'industrie locale utilise une grande quantité de cette graminée. Le travail de l'alfa est une industrie domestique, répandue dans tout le pays, même loin des centres alfatiers. Tout indigène à peu près sait tresser cette fibre (fig. 5) et en faire nombre d'objets : en exporte en France une certaine quantité, des cordages surtout. Les centres les plus renommés pour le travail de l'alfa sont : Tunis, Sfax, les îles Kerkennah, Kairouan, Sousse, Monastir, Mehdia, le village de Guennouch dans l'Arad, Hergla dans le Sahel et les villages berbères de Djeradou, Takrouna, Zriba, etc.

Fig. 5. — *Fabricants de couffins et de paillassons.*
Photographie de M. Albert. — Photogravure de MM. Cueille et Despréaux.

cordes et cordages de tous gerès : *habel*, *khezma*, *merchana*, *nattes*, *hacira*, scourtins, *chamïa ;* paniers de toutes formes et dimensions, *rounïa*, *charïa*, *korbou ;* couffes et couffins; bouchons de jarre, *sedad;* nattes pour couvrir les bâts de chameau, *bethach ghecha;* paniers doubles pour animaux de bât, *zenbil;* muselières, licols, œillères, bricoles, traits, colliers, entraves, etc. Bien que la consommation locale de ces objets soit considérable (fig. 4), la Tunisie

Des tribus nomades se livrent aussi à cette industrie.

Avec le *diss* ou *alfa mahboula*, très commun dans certaines régions, on tresse de nombreux objets. Les nattes blanches en diss de Metouïa dans l'Arad sont renommées.

La vannerie en feuilles de palmier s'exerce partout. Dans le Sud, avec le *djerid*, feuilles du palmier dattier fendues en lanières, on tresse des chapeaux

à larges bords, *medhalla;* des éventails, *merouaha;* des couvre-plats, *mekebb;* des chasse-mouches, *mencha;* des paniers de tous genres, couffins, zenbils, *chekkour*, *thebaq*, etc.

Le pétiole de la feuille du même arbre est formé de filaments appelés *lifa*, dont on tresse des cordes, des anses de couffin, etc.

On fait des cordes et des filets avec les fibres du pédoncule des régimes de dattes.

Dans le Nord, la feuille du palmier nain qui croît partout donne une fibre blanche dont on tresse des nattes pour la prière, *sedjada;* des couffins, des cordes fines, *khezma;* des éventails, de petits balais à poignée dits *meslaha*, etc., etc. Le village de Somaa au cap Bon est renommé pour cette fabrication.

Avec le roseau, on fait, dans le Nord, des paniers, *mekbad*, et des corbeilles à fruits hautes et étroites, *kartalla*.

La natterie de jonc est une spécialité de Nabeul surtout, de Djerba, de Tunis, du hameau d'El Maïa dans l'Arad. Nabeul emploie 60 méties à ce travail.

La chaîne de la natte est formée de cordelettes d'alfa ou même de ficelles de chanvre; les brins de jonc, blancs, rouges ou verts, forment la trame. Voici le métier du nattier : deux pièces de bois reposent sur le sol parallèlement et à plusieurs mètres l'une de l'autre; une troisième pièce glisse sur les cordelettes d'alfa qui la traversent, en serrant les brins de jonc à mesure que le nattier les passe entre ces cordelettes; deux ou trois artisans accroupis travaillent à la même natte, chacun faisant la moitié, le tiers de la largeur de la trame. Il y a les grandes nattes ou *hacira* et les *quias*, petites nattes pour recouvrir les murs.

Fig. 6. — *Tissage à la main dans le Djerid.*
Photographie de MM. Neurdein frères. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

III. — Industries textiles.

Les industries textiles sont de beaucoup les plus répandues.

Mentionnons les principales :

Chechias. — La fabrication des bonnets rouges, *chechias*, aujourd'hui ruinée par la concurrence des produits similaires autrichiens, occupait jadis la moitié des habitants de Tunis. 70 ateliers au plus sont encore ouverts. La *chechia*, coiffure nationale, est une calotte sphérique reposant sur un cylindre bas, d'une teinte rouge vif ou rouge brun et surmontée d'un gland de soie bleu foncé appelé *koub-*

bita. Le bonnet est d'abord tricoté, par des femmes généralement, avec de la laine d'Australie, cardée et filée dans la famille ou le plus souvent importée en fils. Ce tricot, enduit d'huile d'olive, est passé au foulon, apprêté avec les chardons, teint au kermès avec l'alun, le tartre et la noix de galle, apprêté de nouveau avec les chardons et mis en presse. Le *chaouachi*, qui a son atelier à Tunis, fait quelquefois tricoter ses bonnets au loin, jusque dans l'Arad; le foulon, ou *batan*, qui appartient au Gouvernement, est à Tébourba; l'atelier de teinture de la Corporation est à Zaghouan[1] : on comprend les frais énormes de transport qui grèvent cette industrie, sans parler du droit de foulon revenant à l'État et des droits d'importation sur les matières premières.

Tapis. — Les tapis de Kairouan, universellement réputés pour la solidité de leur tissu, l'inaltérabilité de leurs teintes, la beauté de leurs dessins sont tissés dans les familles, surtout par les femmes. Ce sont elles aussi qui lavent, filent et teignent même parfois la laine du pays achetée en toison.

Leur métier est vertical et se compose de deux cylindres de bois horizontaux superposés à $1^{m},50$ l'un de l'autre et maintenus par deux montants verticaux. La chaîne est tendue sur ces deux cylindres; la trame, passée sans navette, est serrée avec un peigne de fer. L'ouvrière travaille derrière la chaîne, sans voir son ouvrage, sans modèle, sans repères. Chaque famille a son dessin spécial transmis fidèlement de génération en génération. Le travail est d'une extrême lenteur. Les tapis de Kairouan sont ou à laine près rasée dits *zerbia*, ou à points unis serrés par un fort fil de coton blanc, dits *mergoum*, c'est-à-dire tapis brodés. Le *klim* est un grand tapis pour tenture fait de laine inférieure.

Fig. 7. — *Femmes tissant à la main dans les oasis.*
Photographie de MM. Neurdein frères. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

Le *mergoum*, bien que laine et coton, vaut plus cher que la *zerbia* tout laine, à cause de la main-d'œuvre nécessaire. Le *klim* est le tapis le moins cher. Les dimensions varient suivant la destination du tapis : tapis de prière, de pied, de selle, etc.; sur commande, on obtient toutes dimensions. 400 familles de Kairouan avec un millier de métiers produisent de 250 à 270.000 francs de tapis annuellement. Si les prix de vente ont baissé en ces dernières années jusqu'à 15 francs, 13 francs et même 8 francs le mètre carré, la production a augmenté par suite des demandes de l'Europe. Il ne se fait nulle autre part en Tunisie des *zerbia*, *mergoum* et *klim* semblables à ceux de Kairouan.

[1] Depuis 1891, un autre atelier de teinture existe à Tunis.

Les *klifa*, tapis de haute laine, se fabriquent aussi à Kairouan, mais concurremment à Sousse, à El Hamma et Djarra dans l'Arad. Les Métellits et les Souassi font également pour leur usage de magnifiques tapis de haute laine. Le procédé de fabrication est le même partout : les fils de chaîne tendus sur un châssis vertical sont attachés deux à deux alternativement avec des brins de laine de la teinte nécessaire, dont les bouts sont ensuite coupés à la longueur voulue. Un rang de nœuds terminé, on passe à la main entre les fils de chaîne une trame laine que l'on serre contre les nœuds, puis on s'occupe du rang suivant. On conçoit l'extrême lenteur de ce travail.

Oudref fabrique en grand les tapis bon marché : tapis de selle, *klim* et *mergoum*.

Couvertures et étoffes de soie, etc. — Djerba et le Djerid ont la spécialité du tissage des couvertures de laine : très grande couverture dite *batania* ou *habana*, moyenne couverture dite *frach*, petite couverture ou *ferrachia*. Les oasis du Djerid[1] comptent 2.325 métiers répartis dans les familles. Djerba compte 332 ateliers où sont réunis plus de 650 tisserands de profession.

Le Djerid et Djerba ne tissent pas que des couvertures, mais bien d'autres tissus de laine, de soie et des mélangés (chaîne soie, trame laine ou laine et coton) à usage de vêtement : *haouli*, *haram*, *ouzera*, *sefsari*, *haik*, pièces d'étoffe dont hommes et femmes s'enveloppent le corps; *jebba*, sorte de blouse; *bekhnouk*, écharpe qui entoure la tête et le cou, *burnous*, etc., etc.

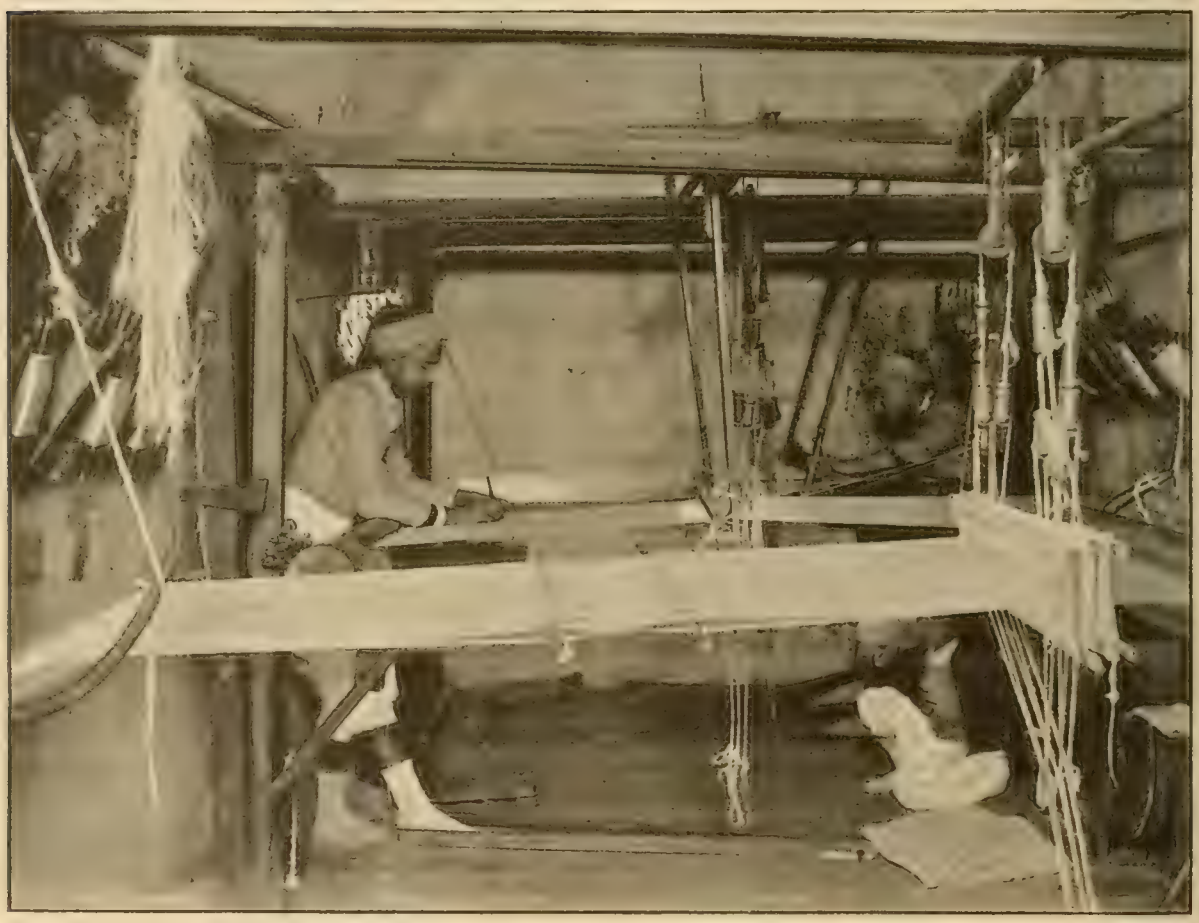


Fig. 8. — *Tisseurs de soie dans leur atelier, à Tunis.*
Photographie de M. Albert. — Photogravure de MM. Cueille et Despréaux.

Dans le Sahel, à Kairouan et à Sfax, on tisse des couvertures de laine et toutes les pièces à usage de vêtement. Le tissage est encore très répandu dans l'Arad, qui compte 1.700 métiers répartis entre les villages de El Hamma, Menzel, Metouia, Oudref, Chenini, Guennouch, Bou Chemaa. Les spécialités de l'Arad sont les turbans de laine bleu noir, les tresses rouges de Djarra pour serrer les pantalons, les bourses, etc.

Le tissage est très répandu aussi dans le cap Bon. Enfin la capitale de la Régence fait à peu près tous les genres de tissus. Mais le travail de la

[1] Tozeur, Gafsa, Nefta, El Oudian, El Hamma du Djerid.

soie y acquiert une importance considérable. On peut estimer à 4.000 le nombre des citadins vivant du travail de la soie : moulineurs, tisseurs (fig. 8 et teinturiers (fig. 9).

La soie grège importée d'Italie ou de France en « flottes » est dévidée sur des *roquets*, petites bobines carrées, d'où elle passe sur de grandes roues polygonales, d'où enfin les grèges partent réunies et tordues pour constituer la soie moulinée, trame ou organsin. Le métier du tisseur est primitif et réduit à ses éléments les plus essentiels.

gène emploie aujourd'hui, suivant les circonstances, soit les colorants naturels, soit les matières colorantes dérivées de la houille.

Les colorants naturels en usage sont : l'indigo, les coccus (cochenille et kermès), l'alizari ou garance, la centaurée acaule ou caulescente (*arjaknou*), la fleur du grenadier, l'écorce de grenade, la noix de galle, le henné, le bois de campêche, le sumac, le curcuma, etc. Les bleus sont obtenus uniquement avec l'indigo (*nila*) du Bengale, de Madras, de Java ou d'Amérique[1]. La réduction de l'indigo est

Fig. 9. — *Teinturiers à Tunis.*
Photographie de M. Albert. — Photogravure de MM. Cueille et Despréaux.

Les principaux tissus de soie faits à Tunis sont les foulards ou mouchoirs (*meharma*, *takrita*), les sefsari, les jebba, les ceintures (*chemla*, *hazzam*); les *chenbir*, longues bandes de soie rêche noire qui servent à voiler le visage des femmes; les *foutas*, pièces d'étoffe à raies de couleur dont les femmes se ceignent les reins pour vaquer aux travaux du ménage. Une corporation spéciale, les *foutajia*, fabrique la *fouta* de coton, etc.

Teinturerie. — Auxiliaire indispensable de l'industrie textile, la teinturerie a une importance considérable dans la Régence. Le teinturier indi-

obtenue avec un mélange de chaux et de dattes dites *ghers;* les étoffes ou les fils sont trempés successivement dans des bains de forces graduées contenus dans des jarres de 100 litres et plus. A Sousse, par exemple, on mélange dans 500 litres d'eau : 2 kilos d'indigo, 2 kilos de dattes et 500 grammes de chaux vive, et on laisse macérer; le trempage, à froid, dure 10 jours. A Sfax, on met 1 kilo d'indigo par jarre à macérer pendant 20 jours et on ajoute ensuite au bain 1 kilo de

[1] L'indigo était autrefois cultivé aux environs de Nabeul et dans le Sahel.

dattes et 2 kilos de chaux. La recette de Sousse s'applique surtout aux fils de laine, celle de Sfax aux cotonnades écrues importées d'Angleterre. 23.000 pièces de ces cotonnades sont teintes en bleu chaque année à Sfax seulement; Tunis fait également cette teinture en grand (fig. 9).

Le jaune est obtenu le plus souvent avec l'*arjaknou* (centaurée jaune) qui croît dans le Centre de la Régence, quelquefois avec la fleur du grenadier.

Les verts s'obtiennent avec l'arjaknou et l'indigo.

La cochenille avec l'alun et la crème de tartre donne à chaud sur la laine le rouge dit *beldi* (de la ville); l'alizari (*foua*) dans les mêmes conditions donne le rouge dit *bedoui* (de la campagne). Avec les mordants d'étain[1] connus déjà des Phéniciens, la cochenille donne des rouges clairs. — L'alizari est encore cultivé dans l'Arad et le Djerid.

Les violets s'obtiennent avec la cochenille et l'indigo, ou avec l'indigo et la crème de tartre; les noirs avec le henné, l'écorce de grenade, la noix de galle, l'indigo et la couperose verte, la fleur du grenadier, etc.

Tous ces procédés donnent des couleurs nettes et solides; malheureusement on tend à les abandonner pour les teintures en poudre toutes préparées (rouges, verts, violets d'aniline, etc.) qui donnent des tons trop vifs et trop fugaces.

Tunis compte 70 ateliers de teinture; Sfax, 62; Djerba possède 25 teinturiers israélites, qui teignent les fils de laine, de soie, de coton, chez le tisserand même; Kairouan compte 10 teintureries pour laines. Il y a encore des teintureries à Sousse, dans l'Arad, à Gafsa, au Kef, etc.

[1] Pour 90 litres d'eau, 750 grammes de cochenille, 300 grammes d'acide sulfurique, 124 grammes de sulfate de zinc.

IV. — Céramique.

La céramique tunisienne date d'une époque reculée. Djerba fabriquait dans l'Antiquité les grandes jarres à huile non vernissées qui restent aujourd'hui sa spécialité. De l'arrivée à Tunis des Maures d'Espagne date vraisemblablement l'emploi du vernis plombifère.

La fabrication de Djerba décroît par suite de la concurrence européenne; mais il existe encore dans l'île 159 poteries confectionnant les jarres (*goulla*), et divers ustensiles, vernis ou non (fig. 10).

Nabeul compte une cinquantaine d'ateliers renfermant près de 100 tours et fabriquant, les uns la poterie vernie *mouthli*, les autres la poterie non vernie *chaouath*, quelques-uns joignant les deux fabrications. Les ustensiles confectionnés à Nabeul sont très variés : jarres, passoires à couscouss, gargoulettes, pots et cruches de tous genres, assiettes et plats à pied, lampes, pétrins, barattes, brûle-parfums, vases à fleurs, *derbouka* (instruments de musique), etc. Voici le procédé de fabrication :

Fig. 10. — *Four de potier à Djerba.*

Photographie de M. le Dr Carton. — Photogravure des Imprimeries Lemercier.

L'argile concassée avec des massettes en bois est arrosée avec de l'eau saumâtre : après le pourrissage, la pâte est pétrie avec les pieds. Un bloc découpé dans la masse argileuse est roulé en forme de cylindre sur une pierre plate et remis au potier, *fekakri*, qui le place sur son tour. Le tour ne diffère que bien peu de celui de nos potiers d'Europe.

Les pièces achevées sont séchées au soleil pendant deux heures, puis séjournent un mois dans une pièce sombre et humide avant la cuisson. Celle-ci dure 24 heures à feu doux, et 6 heures à feu violent.

Les pièces à vernir sont simplement « dégourdies », et, après avoir été revêtues de la glaçure, subissent une nouvelle cuisson de 5 à 6 heures.

Le four a la forme d'une calotte sphérique sur-

montant un cylindre; il est construit de briques sèches, revêtues extérieurement de terre glaise; les pièces y sont introduites par une ouverture latérale et enfournées pêle-mêle; d'où des déformations et des solutions de continuité dans les vernis. Le four est chauffé avec du bois d'olivier et des branchages. Les vernis jaune et vert à base de plomb sont seuls employés [1].

Malgré la concurrence de l'Europe, la céramique est encore florissante à Nabeul.

La poterie commune (marmites, casseroles, réchauds à charbon, jarres grossières), se fait à Bizerte, à Testour, à Soliman, à Dar Chabane, etc. Sousse a 5 ou 6 fabriques de poteries.

Un banc d'argile se trouve en pleine ville de Tunis, et le Souk des Potiers de la capitale compte une dizaine de fours cuisant de la poterie grossière. Quelques vieux artisans font encore ces merveilleux carreaux vernis de pavement et de revêtement qu'on admire dans les anciennes habitations de Tunis : cette branche si intéressante de l'art arabe a disparu de la Tunisie, par suite de la concurrence des carreaux en ciment comprimé, ou autres, de fabrication moderne.

Fig. 11. — *Rue des Balcons, à Sfax, où se trouvent les principaux corps de métiers.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

V. — Fabrication des essences et des savons.

Essences. — On distille en Tunisie la fleur d'oranger, la rose, l'églantier, le géranium rosat, le jasmin, etc., et il se fait à la saison un grand commerce des pétales de ces fleurs. La distillation se fait dans la famille, et, pour l'usage domestique, avec des alambics primitifs qui donnent des eaux parfumées, dans lesquelles on ne recueille que quelques gouttes d'essence pure. Sfax et Nabeul [1], entourées de magnifiques jardins, distillent pour le commerce. A Tunis, et aussi à Sfax [2], quelques distillateurs de profession produisent plus en grand avec des appareils mieux conditionnés. Les eaux parfumées sont vendues en fiasques de 2 litres et demi environ de 0 fr. 60 à 5 francs la fiasque, suivant l'essence.

Savonnerie. — Dans le Sahel, à Sfax, à Kairouan et à Tunis, la fabrication indigène du savon a une certaine importance.

Voici le procédé en usage :

Les soudes impures obtenues par l'incinération des salsolacées et des salicornes qui abondent en certains endroits sont pulvérisées et mêlées à la moitié de leur poids de chaux. Le mélange est porté sur un fond de cuvier garni de paille et recouvert d'eau : la lessive s'écoule lentement. L'opération est recommencée trois fois, puis l'huile d'olive et la lessive sont mélangées dans une chaudière en forme de tronc de cône renversé et soumises à l'ébullition. On obtient une émulsion blanche, dans laquelle on verse de la lessive chargée de sel marin : il se forme alors à la surface une pâte que l'on fait encore bouillir avec des lessives de forces différentes, et que l'on sèche : c'est le savon indigène [3] consommé sur place ou exporté à Tripoli.

Victor Fleury,
Chef de Bureau au Gouvernement Tunisien.

[1] Jaune : 50 kil. oxyde de plomb, 2 kil. de galène, 20 kil. de sable.
Vert : 50 kil. oxyde de plomb, 3 kil. oxyde de cuivre, et 28 kil. sable.

[1] Nabeul fait annuellement 8000 fiasques de 2 litres et demi de diverses eaux parfumées.
[2] Sfax compte 6 distilleries.
[3] Il y a 9 savonneries indigènes à Sousse, 2 à Mehdia, 2 à Monastir, 1 à Mokenine, 6 à Sfax, 8 à Kairouan, 8 à Tunis.

LES INDUSTRIES DES EUROPÉENS EN TUNISIE

Les métiers exercés par les Européens en Tunisie sont encore peu nombreux. Ils se rapportent principalement à la fabrication des matières alimentaires solides et liquides, aux transports urbains, aux industries extractives, chimiques et mécaniques, et aussi à la pêche.

Parmi les industries alimentaires, citons notamment la fabrication du pain, des pâtes et des conserves. La fabrication des biscuits secs constitue, en quelque sorte, une spécialité de la ville de Tunis. C'est le *blé dur*, de toutes les variétés de froment la plus cultivée dans l'Afrique du Nord, qui convient le mieux à la préparation de ces pâtes. Quant aux conserves, ce sont celles de poisson qui sont, comme on le verra plus loin, de beaucoup les plus importantes : il y a à Sidi-Daoud el Ras et à Monastir, des thonaires, — pêcheries et ateliers de salaison du thon, — très florissantes.

La fabrication des aliments liquides occupe, à certaines époques de l'année, un grand nombre d'ouvriers. Des *brasseries* ont été créées, surtout par des Français, dans les principales villes : à Tunis, c'est une industrie assez considérable qui trouve sur place un important débouché; elle a pour corollaire la fabrication de la glace, employée à abaisser la température des cuves de fermentation. La production des breuvages consommés dans les cafés par la population européenne, ne fait d'ailleurs qu'augmenter, malgré l'énormité de l'importation des liqueurs. Ces industries peuvent enrichir quelques particuliers, mais elles exercent sur la santé des Européens, surtout de nos soldats, la plus néfaste influence.

Il en est tout autrement de deux grandes industries sur lesquelles nous allons tout particulièrement insister : la fabrication de l'huile et la vinification. Celles-ci sont, à tout point de vue, éminemment bienfaisantes.

1re Partie : La Fabrication de l'Huile

La fabrication de l'huile d'olive a toujours été, dans la Régence, la plus étendue des industries du pays, en raison de la place prépondérante que le climat assigne à la culture de l'olivier dans l'économie rurale de la Tunisie. Cette industrie fut la base de la prospérité des peuples qui dominèrent tour à tour cette contrée; tout nous indique qu'après avoir résisté aux plus grands cataclysmes de l'histoire, l'olivier est encore prêt à faire la fortune des populations actuelles [1]. C'est ce qui explique l'intérêt qu'apportent actuellement l'Etat et les particuliers à l'exploitation de cet arbre fameux. L'avenir de l'industrie à laquelle il donne lieu nous intéresse donc au premier chef ; voyons dans quel sens pourrait se manifester dès maintenant notre intervention.

S'il est un fait qui attire l'attention de l'économiste, c'est assurément la faible valeur accordée dans les statistiques à la récolte moyenne de l'huile en Tunisie, comparativement à la valeur de la récolte des pays voisins.

La récolte de la France est de 300.000 quintaux, on l'évalue à 43 millions de francs ; celle de l'Italie est de 1.300.000 quintaux, valant 195 millions ; celle de l'Espagne, de 3.000.000 quintaux, valant 290 millions, tandis que celle de la Tunisie, qui est de 200.000 quintaux, n'atteint que 15 millions de francs, — soit respectivement 166, 155, 90 et 75 fr. le quintal métrique d'huile d'olive.

Les relevés du service des Douanes nous donnent heureusement un moyen facile de connaître la cause de cette infériorité. Alors, en effet, que la proportion des huiles non comestibles atteint, en France, à peine un cinquième de la récolte totale, c'est aux deux tiers qu'il faut porter cette proportion pour celle de la Régence, qui n'exporte que ses huiles de bonne qualité, en raison des droits de sortie et autres frais de transport et d'intermédiaires, que ne pourraient supporter les huiles de qualités inférieures.

Les huiles exportées se vendant de 80 à 110 fr. sur Marseille, les huiles consommées sur place valant de 55 à 75 fr., on s'explique que la valeur moyenne du quintal ressorte à 75 fr.

Il suffirait donc de réduire à leur proportion normale les huiles de qualité inférieure pour voir la valeur des récoltes de Tunisie remonter à celles de l'Italie par exemple.

La chose est facilement réalisable, et tout le monde en aurait la conviction après avoir visité un moulin indigène et une usine modèle à Sousse. Adopter les procédés d'extraction les plus perfectionnés, — ceux, par exemple, qui consistent dans le *triage* et qui ont déjà fait la fortune de tous les pays oléicoles avancés, — serait faire disparaître tous les défauts de fabrication, et gagner *ipso facto* 15 fr. par quintal d'huile.

Les industriels qui se sont installés en Tunisie n'ont pas fait autre chose. Ils traitent actuellement la moitié environ de la récolte, soit 50.000 tonnes

[1] Voyez dans le présent fascicule de la *Revue générale des Sciences* (page 1105), l'article de M. de l'Espinasse-Langeac sur la culture de l'olivier.

d'olives. Ils ont choisi, bien entendu, les meilleures situations, celles où l'importance du stock permet l'emploi de la machine à vapeur et du plus puissant outillage moderne. Celui qu'ils emploient n'offre rien de caractéristique à signaler.

Mais il reste à exploiter les centres de production moins importants, où la force des attelages est plutôt recommandable. Ce ne sera plus alors de l'industrie proprement dite, mais bien une branche accessoire de l'économie rurale, qui pourra devenir la meilleure base de la colonisation, à la condition, cela va de soi, que l'Etat rende partout la chose facile. Il ne saurait, d'ailleurs, en résulter que des avantages, dont le plus tangible serait d'augmenter d'un million et demi de francs la valeur de la récolte annuelle.

Cette transformation entraînera des conséquences plus intéressantes que celle qui vient de s'effectuer, car il est à prévoir qu'une sélection plus attentive des matières premières, jointe à des soins culturaux plus rationnels, permettra aux agriculteurs de fournir des types d'huile supérieurs à ceux de la grosse industrie, qui n'a pas la possibilité de s'arrêter à ces détails de fabrication et d'atteindre ainsi de hauts prix, inconnus jusqu'ici. Des expériences précises entreprises par le Service de l'Agriculture ont déjà permis de vérifier le bien-fondé de cette prévision.

Fig. 1. — *Moulin à huile à attelage.*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Pour ce qui est du traitement des grignons, la Tunisie est dotée d'un matériel suffisant pour tirer parti de tous les tourteaux d'olives que produisent ses moulins. Six usines peuvent traiter, en effet, les 50.000 tonnes de grignons qui constituent sa récolte moyenne. L'huile extraite, 5.000 tonnes environ, est d'une valeur vénale de 45 à 50 fr., suivant son degré d'épuration.

Les procédés en usage sont basés sur la dissolution des matières grasses par lavage méthodique du grignon sec à l'aide de dissolvants ordinaires (sulfure de carbone et éther de pétrole). Ces procédés ont été maintes fois décrits. Ils sont d'un usage courant dans les usines de la *Société générale des Huileries du Sahel tunisien*, et quelques autres. Ces grands établissements, parfaitement outillés pour le traitement de l'olive et du grignon, sont, pour la plupart, concentrés à Sousse. Quelques autres huileries florissantes existent aussi à Monastir, à Sfax et à Hammam-Lif [1]. (Note de la Direction.)

[1] Ces renseignements sur la fabrication de l'huile en Tunisie nous ont été fournis par M. Robert, président de la Chambre de Commerce et d'Agriculture de Sousse, et par M. Mouline, inspecteur de l'Agriculture de la Régence.

2e Partie : La Vinification

Les conditions de la vinification en Tunisie sont tout autres qu'en France. C'est le climat, en particulier la chaleur de l'été, qui entraîne cette différence. Le raisin, amené à la cuve, accuse souvent une température de 30°; il y apporte, de ce fait, une quantité considérable de chaleur; en outre, l'intensité de la radiation solaire provoque, dans le grain, une abondante formation de sucres, dont la fermentation dégage, par conséquent, une grande quantité de chaleur. Le degré élevé de la température ambiante ne favorise pas l'écoulement rapide des calories ainsi produites. La température de la cuvée s'élève énormément : la levure est tuée ou paralysée par cette température et, du même coup, la fermentation alcoolique entravée; il reste, dans la cuvée, une proportion notable de sucres, qui nuira, par elle-même, à la qualité du vin, et offre l'inconvénient, plus grand encore, de servir d'aliment aux nombreuses bactéries associées aux levures. Ces bactéries déterminent des fermentations particulières constituant chacune, comme l'a montré Pasteur, autant de maladies des vins : amertume, acescence, tourne, pousse, etc.

C'est contre ces conditions défectueuses de la fermentation naturelle que le vinificateur se trouve avoir à lutter en Tunisie.

I. — Production du vin.

Le vignoble tunisien, qui occupe actuellement une surface de 6.500 hectares environ, a produit, en 1895, 171.000 hectolitres de vin. Cette année, la production a été bien inférieure : elle atteint seulement 120.000 hectolitres, ce qui est dû à la sécheresse et au sirocco.

Les vins rouges ordinaires forment la majeure partie de la production vinicole de la Tunisie. Ces vins sont généralement de bonne qualité : leur titre alcoolique varie de 8 à 13° suivant la nature des cépages et celle du sol. Quelques propriétaires ont implanté en Tunisie des cépages fins. Ces cépages paraissent devoir bien s'acclimater et donner, dans un avenir assez rapproché, des vins d'excellente qualité. Néanmoins, dans la région du Nord, c'est la production des vins ordinaires qui

est la plus importante et la plus fructueuse pour le colon. Les vins blancs, produits par les cépages Urigny, Clairette, Semillon, etc., sont d'une grande finesse. On produit aussi des vins blancs avec des cépages rouges. Cette vinification spéciale tend à s'accroître. Enfin, la Tunisie produit aussi des vins de liqueur et notamment d'excellents vins mutés tels que le Muscat.

II. — Cépages.

La description des cépages ayant été faite ci-dessus par M. P. Bourde, nous nous bornerons à indiquer les qualités des vins fournis par les principaux de ces cépages :

Le *Carignan*, très répandu, donne un vin coloré, assez alcoolique, mais ordinaire.

Le *Mourvèdre*, également très répandu, donne un vin plus corsé que le précédent, d'une meilleure tenue et plus recherché.

Le *Petit Bouschet* donne un vin de couleur rouge intense, mais de degré alcoolique faible; ce vin est de qualité ordinaire et doit être consommé assez rapidement.

Du *Grenache* on obtient des vins qui prennent en vieillissant une couleur jaunâtre peu appréciée. On a prétendu que sa fermentation était parfois difficile; on y remédie en mélangeant sa vendange à celle d'autres cépages, ou en usant du procédé à réfrigération. C'est un des cépages les plus intéressants pour la production des vins liquoreux.

L'*Aramon* donne un vin frais, agréable et peu coloré; le *Cabernet*, ainsi que le *Pinot*, des vins de bonne qualité; le *Cinsault*, le *Col* et le *Sÿrah*, des vins assez bouquetés, classés après les deux précédents.

L'*Ugni*, la *Clairette* sont des cépages blancs à bons rendements. L'*Aïn-Kelb* et le *Farhana* ou *Beldi* sont des cépages blancs indigènes aussi à grands rendements, mais donnant des vins inférieurs comme qualité.

Le *Muscat de Malaga* et le *Muscat à petits grains* sont cultivés pour la préparation de vins de liqueurs.

III. — Vendanges.

Il faut éviter de vendanger les raisins verts ou trop mûrs; les premiers donnent des vins acides et peu alcooliques; pour les seconds, la vinification est difficile, à cause de la trop grande abondance de sucre.

Comme, dans la plupart des vignobles, il y a des cépages arrivant à maturité à différentes époques, il faut, en général, vendanger assez mûr, et corriger, au besoin, l'excès de maturité en incorporant à la cuve des raisins moins mûrs ou en y mettant les grapillons pour ajouter l'acide tartrique qui manque aux raisins trop mûrs.

La vendange est faite par des indigènes sous la surveillance de contremaîtres européens, secondés par des indigènes.

Le raisin est généralement propre et en bon état. On le coupe avec des serpettes et on le transporte dans des couffins ou des compostes que l'on charge sur des chariots ou charrettes arabes (*arabas*). L'usage des chariots-cuves est aussi assez pratique, mais il est nécessaire que leur capacité ne soit pas trop grande afin que le raisin ne soit pas trop tassé. En effet, quand le raisin est chargé brutalement et qu'il est en partie foulé, la fermentation se déclare assez rapidement et il se produit un échauffement nuisible à la qualité de la vendange.

IV. — Réfrigération des raisins.

Nous avons déjà dit que le raisin, au moment de la vendange, est à une température assez élevée. MM. Muntz et Rousseaux ont observé qu'au milieu de la journée le raisin est plus chaud que l'air ambiant. Or, comme ce dernier accuse généralement une température de 35 à 40°, il n'est pas rare de voir des raisins marquer plus de 30°. Si ces raisins étaient soumis tels quels à la fermentation, la température du moût dépasserait rapidement 40°, point au delà duquel cesse la fermentation normale.

Ces conditions rendent préférable, — et même nécessaire, malgré la réfrigération subséquente du moût, dont nous parlerons plus loin, — la réfrigération préalable des raisins. Celle-ci peut se pratiquer de deux façons :

1° par l'arrosage des raisins avec de l'eau froide;

2° par l'exposition des raisins au rayonnement nocturne.

Les deux procédés peuvent être avantageusement combinés. Ainsi, à Ksar-Tyr, dans la propriété de M. Pilter, les raisins, placés dans les compostes, sont arrosés le soir, puis abandonnés à la fraîcheur de la nuit. On les foule le lendemain matin de bonne heure.

M. Lecq a recommandé un procédé qui consiste à tremper les raisins dans l'eau et à les étaler ensuite sur une plate-forme où des courants d'air provoquent l'évaporation de l'eau et par suite le refroidissement des raisins. Ce procédé, assez pratique dans les exploitations de moyenne importance, devient onéreux dans de grandes exploitations.

V. — Foulage et égrappage.

Le foulage ne s'opère en pays chauds que par les procédés mécaniques. Le mode de foulage le plus habituel en Tunisie est le broyage de la vendange au moyen des fouloirs à cylindres, mus à

bras. Le fonctionnement de chaque fouloir exige quatre hommes, et le rendement ne s'élève pas au-dessus de 3.000 kilogs de vendange foulée à l'heure.

Le foulage au moyen de la turbine aéro-foulante de M. Paul (de Cette) est bien plus avantageux, surtout dans les grandes exploitations. En effet, il foule de 100.000 à 120.000 kilogs de raisin par jour; il broie mieux le raisin, sans écraser les pépins; il aère largement le moût et il ne nécessite qu'un personnel très réduit. Nous n'insisterons pas sur le fonctionnement de cet appareil, qui a été décrit dans cette *Revue* avec les plus grands détails par M. Roos [1].

La question de l'égrappage est très controversée. Nous renverrons également le lecteur à l'excellent exposé de la question fait précédemment dans la *Revue* par M. Dugast [2].

Nous nous contenterons d'indiquer que, pour les vins fins, et pour les vins de Cabernet en particulier, un égrappage sinon complet, au moins assez important (aux deux tiers par exemple) est à recommander. Il donne, en effet, des vins plus fins et exempts de goût de terroir.

VI. — Cuves de fermentation.

La fermentation s'opère en Tunisie soit dans des cuves, soit dans des foudres : le plus ordinairement elle a lieu dans des cuves en bois ou en ciment. Les cuves en ciment, très employées dans les grandes exploitations, donnent de bons résultats. La dimension de ces cuves est très variable, mais, en général, elles sont grandes. On trouve des cuves de 4 et 500 hectolitres. Il est certain que des cuves renfermant une aussi grande masse de liquide s'échauffent bien plus que les petites cuves et que la fermentation y est plus difficile à modérer. Les cuves d'une grandeur maxima de 100 hectolitres seraient préférables [3]. Cependant, en employant la réfrigération, on peut tirer parfaitement parti de ce matériel vinaire [4].

[1] Voyez, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 août 1895, l'article de M. Roos sur la vinification en France.

[2] Voyez, dans la *Revue générale des Sciences* du 28 février 1895, l'article de M. J. Dugast, sur l'état actuel de la vinification en Algérie.

[3] Les riches colons, qui ont édifié d'importants celliers en Tunisie, ont voulu *faire grand* et, presque toujours, ont donné à leurs cuves des dimensions très exagérées. Cette erreur de géométrie, qui entraîne une diminution du rayonnement de la chaleur, ajoute aux difficultés, déjà grandes, de la vinification. On ne saurait trop attirer sur ce point l'attention des propriétaires. (Note de la Direction.)

[4] Il est évident que ces cuves doivent être nettoyées avec les plus grands soins avant d'y déposer la vendange. On emploie pour cela l'eau, la vapeur, l'eau de chaux, l'acide sulfurique étendu, l'acide sulfureux. On ne saurait trop répéter aux viticulteurs tunisiens et algériens qu'il est impossible de faire de bonne fermentation sans apporter dans toutes les opérations de la vinification la plus grande propreté et les plus grands soins.

VII. — Fermentation.

Les trois facteurs les plus importants de la fermentation sont :

1° La nature du moût et surtout son *acidité* et sa *richesse saccharine ;*

2° La nature et la vitalité des levures ;

3° La température de la fermentation.

§ 1. — Composition du moût.

Pour que la fermentation s'opère dans de bonnes conditions, il faut que le moût renferme une proportion convenable de sucre et d'acide. C'est ce qui a lieu lorsque les raisins ne sont ni verts ni trop mûrs, mais au point de maturité parfaite, et qu'ils n'ont pas subi l'action du sirocco.

Lorsque les moûts sont trop chargés en substances sucrées, comme, par exemple, lorsque les raisins ont été plus ou moins flétris par le sirocco, M. Dugast conseille de mouiller ce moût de manière à lui restituer l'eau qui a été enlevée. Ainsi, dit-il, un moût contenant 241 grammes de sucre a été additionné de 12 °/° d'eau, ce qui a abaissé sa richesse saccharine à 210 grammes. Dans ces conditions, le vin ne contenait au décuvage que 3 gr. 37 de sucre, alors que le moût non mouillé en avait conservé 30 à 60 grammes.

Mais les variations dans la proportion d'acidité ont une importance beaucoup plus grande sur la marche de la fermentation. Un moût trop peu acide fermente mal; les fermentations secondaires y prennent facilement pied sur la fermentation alcoolique. Suivant Joulie, un moût, pour être dans de bonnes conditions, doit avoir une acidité égale à 7 grammes d'acide tartrique par litre. M. Lecq indique 8 à 9 grammes et MM. Muntz et Rousseaux, 9 à 10 grammes.

Quand le raisin a été récolté mûr, en Tunisie, l'acidité moyenne dépasse rarement 6 grammes d'acide tartrique. Aussi est-il recommandé de remonter cette acidité. Pour cela, on peut ajouter à la vendange les grapillons ou reverdons, qui sont très acides. On peut aussi ajouter de l'acide tartrique. M. Lecq, inspecteur de l'Agriculture en Algérie[1], dit : « En pratique, la dose à employer pour des raisins très mûrs est de 7 à 800 grammes d'acide tartrique par 1.000 kilogrammes de vendange. Augmenter la dose pour le Petit Bouschet, l'Alicante Bouschet. L'acide dissous dans un peu d'eau est projeté sur le raisin au fur et à mesure du foulage. »

M. Joulie propose, pour amener le moût à son acidité normale de 7 grammes par litre, de faire l'essai suivant : On ajoute à 1 litre de moût 3 gr. 5 de bicarbonate de soude (7 grammes d'acide tar-

[1] Dans son « Instruction pratique sur la vinification en pays chauds ».

trique saturent exactement 3 gr. 5 de bicarbonate). Si la liqueur devient violette, on ajoute de l'acide tartrique en poudre, par paquets de demi-gramme. Autant de paquets il faut pour faire virer la couleur, autant de fois il faudra ajouter 50 grammes d'acide tartrique par hectolitre de moût.

M. Dugast propose aussi d'ajouter aux moûts 50 à 100 grammes d'acide tartrique par hectolitre.

MM. Portes et Ruyssen conseillent d'ajouter au moût, non seulement de l'acide tartrique, mais aussi 100 grammes de tanin par hectolitre.

A la place d'acide tartrique, on peut aussi ajouter du plâtre ou du phosphate de chaux. Le plâtre s'emploie dans la proportion de 1 kil. 500 pour 1.000 kilogs de vendange, de manière à ne pas dépasser la dose de 2 grammes de sulfate de potasse par litre de vin, limite fixée par la loi. Le phosphate de chaux s'emploie à la dose de 2 kilogs à 2 kil. 5 par 1.000 kilogs de vendange.

§ 2. — Levures.

La nature et la vitalité des levures ont également une grande influence. La vitalité dépend non seulement de la température, mais aussi de la composition du milieu dans lequel elle vit, de sa richesse alcoolique, de son acidité. Elle dépend aussi de l'*aération* du moût. Lorsque, dans le cours d'une fermentation, la levure paraît avoir perdu de son activité et que cependant le moût est encore sucré et n'a pas atteint un degré alcoolique trop élevé, il est possible de donner une nouvelle énergie à cette levure fatiguée en aérant le moût, pratique très recommandable et utilisée avec succès dans beaucoup de vignobles tunisiens.

Un autre moyen excellent consiste à préparer soi-même des levains, que l'on ajoute aux moûts.

Voici comment M. Crété procède dans ce but :

On stérilise à la vapeur un vase vinaire de quelques hectolitres, un demi-muid, par exemple, on le remplit de vendange bien saine et on le fait fermenter entre 26 et 30°. Lorsque le moût est en pleine fermentation, on s'assure, par un examen microscopique, de la vitalité et de la bonne constitution des levures et on en verse alors dans les cuves à ensemencer.

§ 3. — Température de la fermentation.

La température qui paraît être la plus favorable à la fermentation est comprise entre 27 et 32°. Nous avons déjà vu qu'une plus haute température paralyse la levure ; son action se ralentit et cesse complètement vers 40°, tandis que d'autres bactéries se développent à ce moment et, par les fermentations accessoires qu'elles provoquent, altèrent profondément le vin. Or, la température qu'atteignent les moûts pendant la fermentation dépend :

1° de la température initiale de la vendange ;

2° de la chaleur dégagée par le phénomène de la fermentation, c'est-à-dire par la transformation de la molécule sucrée en alcool et acide carbonique.

Dans la pratique, on constate que la température dégagée par la fermentation est de 16° à 17°. Si donc le raisin est apporté à une température de 17 à 18°, la température finale ne dépassera pas 35° et la fermentation se fera normalement. Mais si — et c'est là le cas ordinaire — le raisin arrive à une température de 25°, la température finale dépassera 40°, et il faudra procéder, en toute nécessité, à une réfrigération.

VIII. — Réfrigération des moûts.

La réfrigération des moûts se pratique des diverses façons que nous allons indiquer.

§ 1. — Réfrigération par addition de glace.

Ce procédé a été préconisé par M. Gerber, qui conseille d'ajouter de la glace au moût par fractions successives en même temps que du sucre, cela pour ne pas diminuer la richesse saccharine du moût et, par suite, le degré alcoolique du vin. On peut également glacer des portions de moût frais dans une machine à glace ordinaire et les ajouter ensuite peu à peu au moût en fermentation.

Nous ne connaissons pas d'application pratique de ce procédé en Tunisie, probablement à cause du coût élevé de ce système.

§ 2. — Réfrigération par circulation d'eau froide.

Les procédés les plus pratiques et qui ont donné jusqu'ici les meilleurs résultats consistent dans l'emploi des réfrigérants à circulation d'eau froide. Les premiers essais en furent faits par M. Brame, dans son vignoble de Fouka en Algérie, et ils furent appliqués rationnellement pour la première fois par M. Dessoliers.

Ces réfrigérants peuvent être disposés de deux manières : soit dans la cuve même de fermentation, soit en dehors de la cuve. Dans le premier cas on place dans chaque cuve soit un serpentin métallique dans lequel on fait circuler de l'eau froide, soit un échangeur de température en communication avec un courant continu d'eau froide. Ce dernier système a été préconisé récemment par M. Baldauff, de Tunis.

Dans le second cas le moût, pris successivement dans chaque cuve de fermentation C (fig. 3), est envoyé dans des réfrigérants R du type Baudelot (fig. 2); seulement, au lieu de faire circuler le moût à l'extérieur, comme dans la brasserie, on le fait passer à l'intérieur, l'eau froide coulant à la surface du réfrigérant.

D'une manière générale, nous préférons le second

procédé au premier pour les raisons suivantes : 1° il laisse les cuves entièrement libres, ne gêne en rien l'aménagement du chapeau et n'est pas un obstacle au nettoyage des cuves ; 2° il aère le moût, celui-ci étant destiné à la partie inférieure de la cuve, envoyé dans le réfrigérant, puis déversé au sommet de la cuve ; 3° il est moins coûteux et plus facile à installer.

Les principales qualités que doit réunir un tel appareil sont les suivantes : il doit avoir une grande surface de refroidissement, de manière à agir assez rapidement ; il doit être construit en métal bon conducteur et d'une épaisseur réduite, de manière à ce que les échanges de température se fassent aussi complètement que possible ; il doit être facilement démontable : car il faut qu'il soit nettoyé tous les jours pour enlever la croûte de tartre qui s'y dépose et qui nuit à la bonne réfrigération.

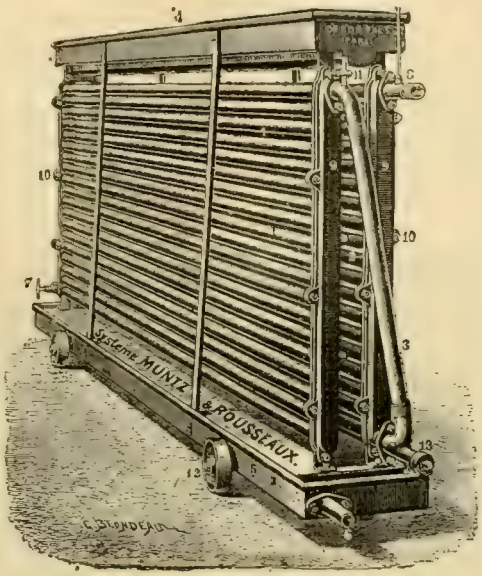


Fig. 2. — *Réfrigérant du type Baudelot.* — Le moût, amené de la cuve de fermentation, circule à travers les tubes horizontaux. Ceux-ci sont refroidis extérieurement par l'eau située dans le réservoir supérieur, eau qui s'écoule continuellement à leur surface.

Le réfrigérant de la figure 2 réunit ces conditions. Les tubes, en cuivre électrolytique, ont 1 millimètre d'épaisseur et 4 centimètres de diamètre. Chaque élément est formé de 19 tubes de 4 mètres de long, ce qui représente une longueur de 76 mètres par réfrigérant simple et de 152 mètres par réfrigérant double. Le débit de ces appareils dépend évidemment de la température de l'eau qui sert à réfrigérer. En moyenne, le réfrigérant double permet de faire passer 40 à 50 hectolitres à l'heure : il faut donc 4 à 5 heures pour réfrigérer une cuve de 200 hectolitres.

Il est préférable de faire circuler le moût à l'intérieur et l'eau à l'extérieur ; et c'est d'ailleurs ainsi que l'on procède presque toujours en Tunisie. Cependant, dans le réfrigérant Lawrence, le moût circule à l'extérieur des ondulations et on couvre le réfrigérant d'une chemise pour ne pas avoir trop d'aération et éviter des pertes d'alcool.

Un des points les plus importants est de savoir à quel moment de la fermentation on doit faire la réfrigération. Le plus généralement, on laisse le moût s'échauffer jusque vers 37 à 40°, et on réfrigère à ce moment. On obtient ainsi des résultats, les saccharomyces, dont l'action était paralysée, reprenant leur activité. Mais il est de beaucoup préférable de réfrigérer dès le début. On remplit les cuves de vendange et on immerge le chapeau. On passe ensuite au réfrigérant, surtout si l'on peut disposer d'eau assez froide pour abaisser le moût à une

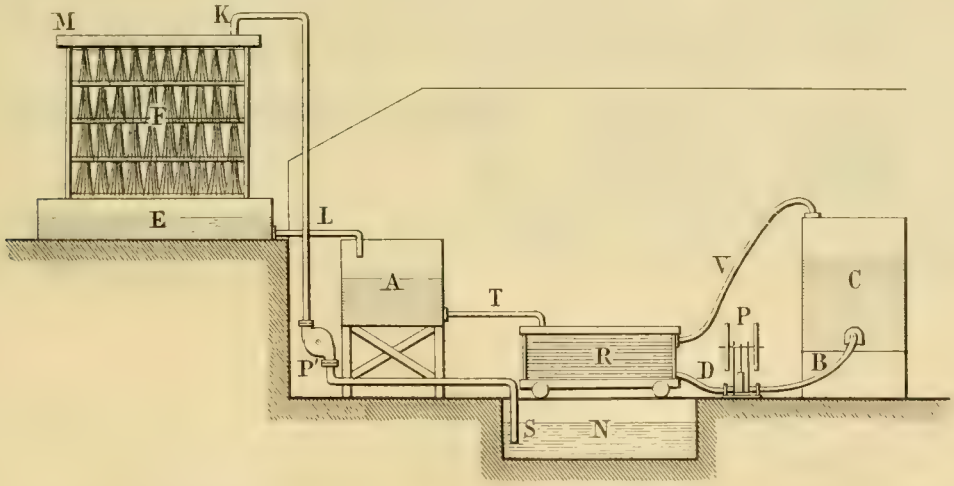


Fig. 3. — *Schéma de la réfrigération des moûts.* — Le moût à refroidir est pris à la partie inférieure de la cuve C par le tuyau B. La pompe P refoule ce moût par le tuyau D, à la partie inférieure du réfrigérant Baudelot R. Le moût, refroidi, sort à la partie supérieure et est conduit par le tuyau V au sommet de la cuve, où il est déversé. — L'eau froide contenue dans le réservoir A s'écoule en T à la partie supérieure du Baudelot, s'échauffe au contact du moût et s'écoule dans la fosse N. Elle est reprise par le tuyau S, aspirée par la pompe rotative P' et envoyée en K dans le réservoir supérieur M de l'appareil à fascines F. L'eau rafraîchie, qui s'écoule dans le bac E, est versée par le tuyau L dans le réservoir A. La même eau peut donc servir continuellement.

température de 20 à 22°. Dans le cas contraire, on laisse partir la fermentation et, au bout de peu de temps, quand elle a atteint 30 à 32°, on fait circuler le moût dans le réfrigérant. En général, en Tunisie, il est difficile de disposer d'eau ayant moins de 20 à 22°. Il est alors bon de passer le moût 2 fois dans le réfrigérant : une fois presque au début et la seconde fois vers le milieu de la fermentation. Il faut compter, dans chaque réfrigération, employer une quantité d'eau égale à celle du moût. L'échange de température se faisant intégralement avec les réfrigérants, on voit qu'en refroidissant du moût à 34° avec de l'eau à 22° par exemple, l'eau et le moût quittent l'appareil avec une température égale à $\frac{34 + 22}{2} = 28°$.

Avec 2 réfrigérations, il faut employer un volume d'eau double de celui du vin à produire. Comme l'eau est, en général, assez rare pendant la période des vendanges, on a songé à faire servir sans cesse la même eau. Pour cela, il est nécessaire de lui enlever les calories que le moût lui a cédées. Il ne faut pas songer à employer la glace à cet effet. Les appareils qui servent à produire celle-ci sont trop coûteux. Les seuls appareils pratiques sont ceux qui utilisent le refroidissement produit par l'évaporation de l'eau. Dans ce but, M. Dessoliers fait couler l'eau à rafraîchir à la partie supérieure d'une sorte de cheminée dans laquelle des briques creuses sont disposées en chicane. A la partie inférieure de l'appareil est placé un ventilateur qui détermine l'évaporation d'une partie de l'eau, et par suite la réfrigération.

L'appareil à fascines du système Rohleder (fig. 4) a été fort heureusement appliqué pour la première fois par M. Vohlhuter dans son domaine d'Adélia (Algérie). Dans ce réfrigérant, l'eau à rafraîchir s'écoule à travers une série de balais de bouleau ; elle offre donc une très grande surface d'évaporation, et celle-ci est d'autant plus active que l'air est plus chaud et plus sec. Dans les conditions les plus habituelles de la vinification en Tunisie, l'eau qui arrive à la partie supérieure à 34 et 35°, en sort à 20-22°. C'est là un résultat très suffisant. Ces appareils à fascines sont d'un prix relativement peu élevé ; de plus, ils n'exigent que très peu de surveillance et leur fonctionnement est des plus simples. Pour ces raisons, il serait à désirer qu'ils fussent plus

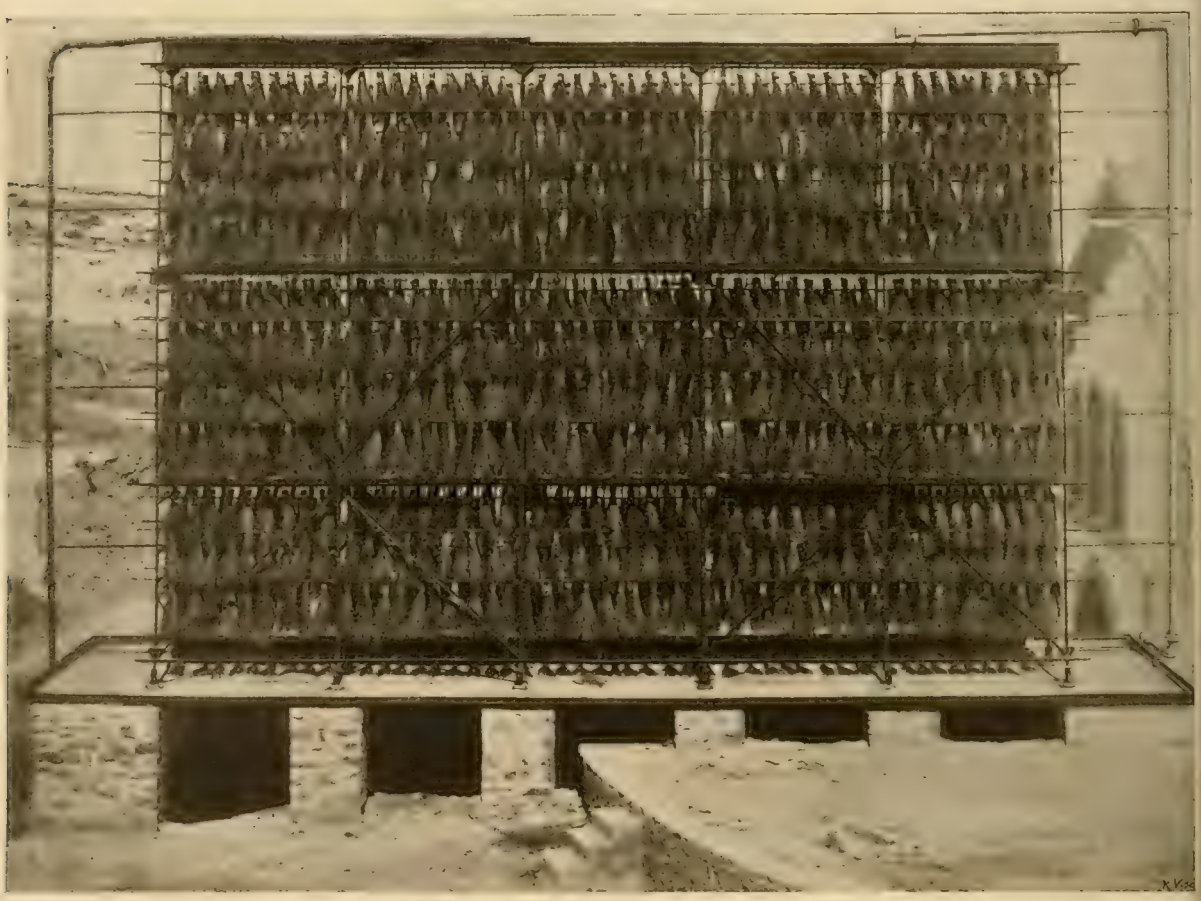


Fig. 4. — *Appareil à fascines pour la réfrigération de l'eau.*
Photographie de M. Paul Potin. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

employés qu'ils ne le sont actuellement. La dépersition de l'eau par évaporation est évaluée à 5 %.

Le réfrigérant à fascines F (fig. 3) est disposé dans un endroit élevé et bien exposé à proximité du chai; une citerne N placée en contre-bas des réfrigérants tubulaires R reçoit l'eau échauffée par le contact du moût. Cette eau est renvoyée au sommet du réfrigérant à fascines et, quand elle est rafraîchie, elle s'écoule dans un autre réservoir qui alimente les réfrigérants [1].

La réfrigération de l'hectolitre revient à 0,137 [2].

En résumé, le procédé le plus pratique, selon nous, pour la production du froid est l'emploi des réfrigérants à fascines (fig. 4), et le moyen le plus pratique d'utiliser ce froid est de se servir des réfrigérants tubulaires du système Baudelot (fig. 2).

[1] Nous avons chiffré ci-dessous le prix d'une installation pour la réfrigération dans un domaine produisant 25.000 hectolitres de vin et le prix de revient du vin réfrigéré.

PRIX APPROXIMATIF D'UNE INSTALLATION A RÉFRIGÉRER LES MOUTS POUR UNE PRODUCTION DE 25.000 HECTOL.

Une machine à vapeur	6.000
Transmissions, poulies et divers	3.170
Réfrigérants Deroy	9.000
Pompes pour les réfrigérants	1.383
Tuyauterie, 500m à 8 fr	4.000
Réfrigérant à fascines Rohleder-Montupet	5.000
Pompe Dumont	450
Tuyaux pour la pompe et le réfrigérant à fascines	1.000
Montage, etc	1.000
Total	31.000

DÉPENSES POUR LA RÉFRIGÉRATION DE 25.000 HECTOL.

Amortissement du matériel à 10 %		3.100
Mécanicien, 30 jours à 5 fr		150
Combustible, huile, etc., 30 jours à 10 fr		320
Main-d'œuvre, 30 jours à 14 fr		420
Total		3.970
La machine n'étant pas exclusivement pour la cave, il y a lieu de ne lui faire supporter l'amortissement que pour 6 mois, d'où une diminution de	300	
La machine fournissant la force à d'autres appareils, le combustible doit être diminué de 50 %	150	
Il en est de même du mécanicien	73	523
		3.445

[2] Voici le rendement que peut fournir une telle installation :

Les 6 réfrigérants Deroy peuvent débiter chacun 50 hectolitres à l'heure, soit 300 hectol. Admettons que l'eau soit à la température de 22° et le moût à la température de 34°; si l'on emploie un volume d'eau égal à celui du moût, l'échange de température sera de $\frac{34 - 22}{2} = 6°$. Il y aura donc $30.000 \times 6 = 180.000$ calories enlevées à l'heure. Le réfrigérant à fascines mentionné dans le devis ci-dessus débite 40 mètres cubes d'eau à l'heure, soit 400 hectolitres; il peut donc largement alimenter les 6 réfrigérants qui n'exigent que 300 hectolitres.

On voit qu'en somme les frais d'une bonne installation pour réfrigérer les moûts sont loin d'être aussi élevés que pendant longtemps on avait pu le croire. Les avantages du système en Tunisie sont tels qu'il serait absurde de reculer devant la dépense des appareils et de l'opération.

§ 3. — Réfrigération par l'emploi de cuves métalliques.

M. Toutée opère la fermentation dans des cuves métalliques, émaillées à l'intérieur. Ces cuves, de faible capacité, sont disposées dans un cellier ouvert. La chaleur de la fermentation, dit M. Toutée, provient du moût et non de l'extérieur. Il est donc absurde d'enfermer le moût qui fermente dans une enveloppe épaisse de ciment, qui, étant très peu conductrice, conserve la chaleur produite. Il est beaucoup plus rationnel de placer le moût dans une cuve en matériaux conducteurs de la chaleur et susceptibles d'éliminer celle-ci, au fur et à mesure qu'elle se produit. Donc, en principe, la température des moûts ne doit pas dépasser sensiblement la température ambiante, si l'échange de température se fait bien entre l'intérieur et l'extérieur des cuves.

§ 4. — Réfrigération des celliers.

Pour pratiquer cette méthode, il faut que les locaux soient bien clos. Le refroidissement des celliers au moyen de machines à glace n'est pas possible pour les raisons économiques que nous avons mentionnées; le seul moyen pratique consiste à se servir d'un courant d'air froid.

On refoule, au moyen d'un ventilateur, de l'air pris à l'extérieur, en le faisant circuler sur de l'eau fraîche. Il est bon d'effectuer cette ventilation principalement pendant la nuit, au moment où l'air extérieur est frais. Dans certains domaines, tels que celui de M. M. Pilter, à Ksar-Tyr, cette pratique, jointe au rafraîchissement nocturne de la vendange, donne des résultats assez bons.

IX. — Aérations.

L'aération des moûts, qui avait été depuis longtemps préconisée par Pasteur, peut, à défaut de la réfrigération, favoriser la fermentation des dernières portions du sucre. L'aération est aussi pratiquée dans la réfrigération telle que nous l'avons décrite. Le vin, soutiré au bas de la cuve, est envoyé au réfrigérant, puis il est déversé au sommet de la cuve. Un ouvrier dirige le jet de moût réfrigéré sur toute la surface du liquide. M. Lecq conseille aussi de recourir à l'aération quand on ne peut réfrigérer ; mais l'aération ne remplace cependant pas la réfrigération, et le mieux est de combiner ces deux traitements du moût.

X. — Décuvage.

En général, en Tunisie, la fermentation est terminée au bout de trois ou quatre jours. Lorsque le glucomètre marque 0, on procède au décuvage.

Le vin, au décuvage, doit se trouver, autant que possible, dans deux conditions : il doit être relativement clair; il ne doit pas être chaud. On recueille successivement, dans des foudres spéciaux, le vin de goutte et le vin de presse.

Les marcs servent en général à faire de l'alcool. Au lieu d'en extraire directement de l'alcool, ce qui donne des eaux-de-vie à goût empyreumatique, il est à recommander de faire des piquettes en lixiviant ces marcs à l'eau, et de distiller ensuite ces piquettes.

Les vins décuvés sont placés dans des vases vinaires en bois. Le ciment, qui peut être utilisé pour la construction des cuves de fermentation, n'est pas favorable à la conservation du vin. On place généralement les vins décuvés dans de grands foudres en bois.

XI. — Filtration, stérilisation. Soins a donner aux vins.

Les vins exigent en Tunisie les soins les plus minutieux. Il faut que les foudres, et d'une manière générale, la vaisselle vinaire, soient d'une propreté absolue, il faut faire des ouillages et des soutirages réguliers.

Si, malgré cela, le vin menaçait de s'altérer; s'il était envahi par des ferments secondaires, il faudrait le pasteuriser. C'est une opération qui ne se fait et ne doit se faire qu'exceptionnellement. Il n'en est pas de même de la filtration qui tend à se répandre de plus en plus et qui donne de bons résultats. Beaucoup de viticulteurs considèrent même cette opération comme nécessaire. Elle donne des vins limpides et brillants et supprime les matières albuminoïdes et les agents des fermentations secondaires. Les vins filtrés se conservent mieux que ceux qui n'ont pas subi cette opération.

XII. — Description de quelques celliers.

Les plus grands celliers sont ceux de l'Enfida, de Potinville, de Crétéville et du domaine de M. Pilter.

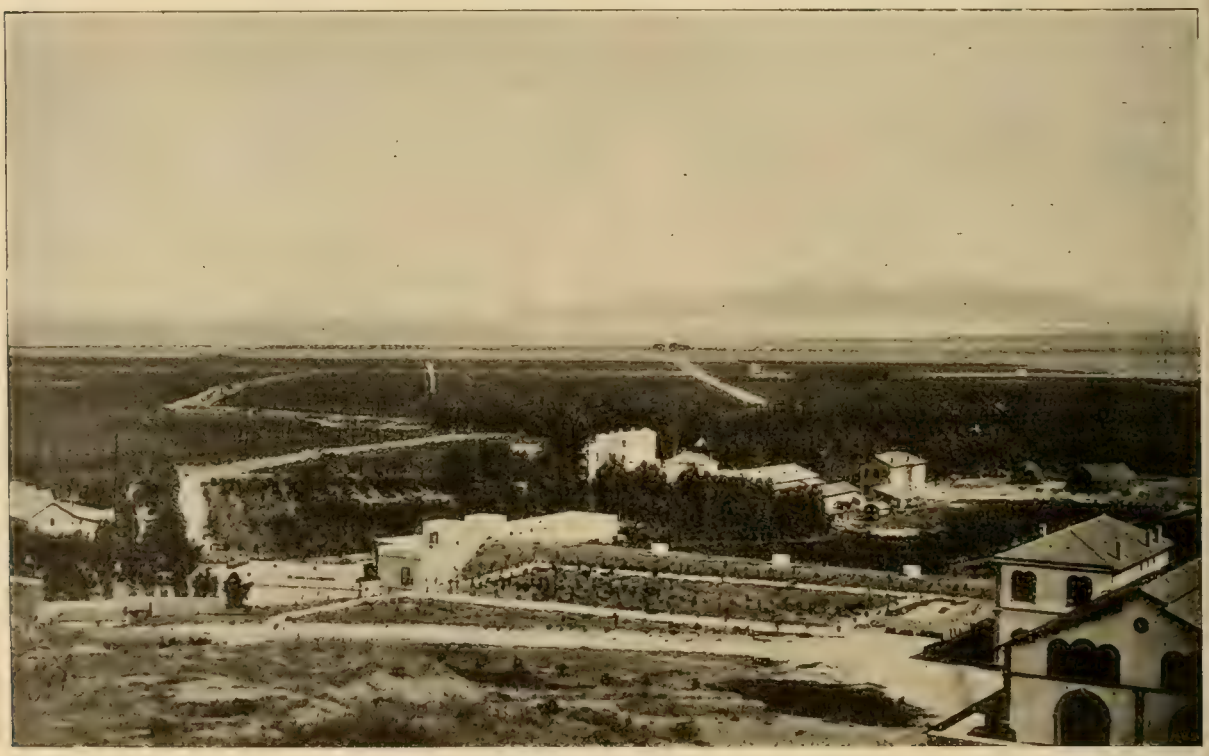


Fig. 5. — *Domaine de Potinville.*

Photographie de M. Paul Potin. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

§ 1. — **Celliers du domaine de Potinville**

Le domaine de Potinville, fondé en 1884 par M. Paul Potin de Paris, est situé à 19 kilomètres de Tunis sur la route de Tunis à Sousse. Il occupe 2.800 hectares, dont 450 plantés en vignes (207 hectares sont antérieurs à 1888). Les vignes sont dans un bon état d'entretien.

Les bâtiments de vinification se composent d'un cellier à deux étages, orienté de l'est à l'ouest, et d'une cave placée en contre-bas et perpendiculairement. Au premier étage du cellier sont placés les appareils de foulage du raisin; à l'étage inférieur les cuves de fermentation et les pressoirs; on n'accède au rez-de-chaussée que par la façade et les

côtés du bâtiment : la façade postérieure a été adossée à un coteau, et le bâtiment se trouve de ce côté enterré jusqu'au premier étage, auquel les chariots accèdent directement en suivant un long plan incliné. Le raisin se trouve donc apporté au premier étage et derrière le bâtiment. Il est versé dans une grande trémie en ciment, où vient le puiser une chaîne sans fin. Le raisin est monté par celle-ci à la turbine foulante, placée au milieu et au sommet du cellier. La vendange, foulée par la turbine, est dirigée, au moyen de canaux de bois, dans les cuves de fermentation. Celles-ci se composent de 36 grandes cuves en ciment de 230 hectolitres chacune, formant une double rangée centrale, et de cuves de bois, d'une contenance moyenne de 200 hectolitres, placés le long des murs. Quand la cuve est pleine, on soutire une certaine quantité de jus et on établit un plancher, retenu par des madriers, pour maintenir le chapeau submergé ; on remet ensuite le moût et on surveille sa fermentation. Chaque cuve est inscrite sur un registre spécial indiquant la nature du cépage, la température d'encuvage, la richesse acide et saccharine du moût. Un homme spécial relève trois fois par jour la température des cuves et trace la courbe de température de chaque cuve. Ces indications servent de guide pour appliquer la réfrigération au moment le plus propice. Un refroidisseur d'eau Rohleder-Montupet, six réfrigérants et des pompes permettent de réfrigérer six cuves à la fois.

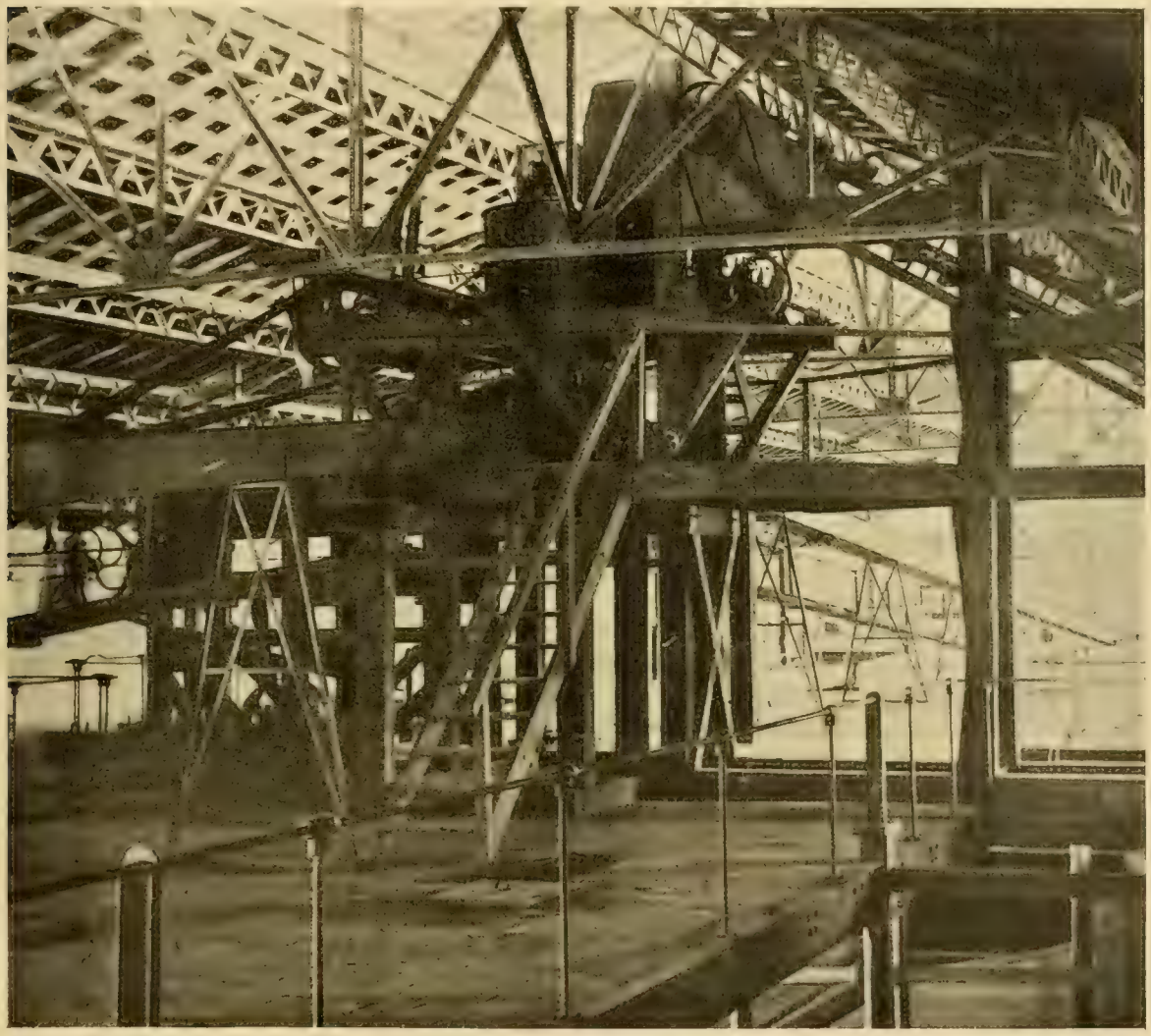


Fig. 6. — *Cellier du domaine de Potinville.* — Au milieu se trouvent les appareils de foulage et d'égrappage, auxquels le raisin est amené par un élévateur visible en haut à droite ; le raisin foulé est ensuite déversé dans les cuves dont on aperçoit l'ouverture en bas à droite.

Photographie de M. Paul Potin. — Photogravure de MM Rougeron, Vignerot et Cie.

Les vins terminés sont envoyés dans la cave, qui est voûtée et enterrée dans le sol. Elle renferme 44 foudres de 200 hectolitres, 27 foudres de 100 hectolitres et 44 citernes de 200.

Les vins produits sont des vins rouges ordinaires, des vins blancs et des vins rouges de cépages fins (cabernet, pineau, syrah), et des vins de muscat et de Banyuls. La production annuelle est actuellement d'environ 25.000 hectolitres.

§ 2. — Domaine de Crétéville.

Le domaine de M. Crété, à Crétéville, se trouve également dans la région voisine de Tunis. Il y a été planté 400 hectares de vignes. Le foulage s'effectue au moyen de fouloirs à cylindres et la fermentation s'effectue dans des cuves en ciment et des cuves en bois. Les plus grands soins sont apportés à la réfrigération des moûts, pour laquelle on emploie le réfrigérant Baldauff-Crété. On pratique également l'aération. Pour activer les fermentations paresseuses, on emploie une levure préparée d'avance. Les vins décuvés sont soumis à la filtration.

§ 3. — Domaine de Ksar-Tyr.

Dans le domaine de M. Pilter à Ksar-Tyr, la surface cultivée en vignes est de 100 hectares. Les raisins sont arrosés avec de l'eau de citerne à 25° environ et on les abandonne pendant la nuit. On les foule et on envoie la vendange dans les cuves; ces cuves sont d'une faible capacité — 65 à 110 hectolitres.— Il y a des cuves en ciment et d'autres en bois.

Pour obtenir une bonne fermentation, on aère bien le moût en le pompant à la partie inférieure et le déversant au-dessus de la cuve. On refroidit d'abord les raisins comme nous l'avons dit, puis on entretient le cellier à une température qui ne dépasse pas 25°. Pour cela, le cellier, qui est enterré en partie et entouré de murs épais, est complètement fermé pendant le jour. Pendant la nuit on en ouvre, au contraire, les portes. Le sol, qui est bien cimenté, est toujours entretenu humide, et un puissant ventilateur Blackmann, placé en tête d'un tunnel attenant au cellier, entretient un violent courant d'air. Ce ventilateur, tournant à 50 tours par minute, renouvelle en 10 minutes les 6.000 mètres cubes d'air contenus dans le cellier. Sur le parcours du tunnel qui amène l'air, on fait couler de l'eau en pluie pour entretenir l'air frais et humide. Le ventilateur ne fonctionne pas d'une manière permanente; car, dans la journée, il introduirait dans le cellier de l'air à une température fort élevée. On ne le met en marche que peu d'instants avant le lever du soleil et après son coucher. Chaque ventilation dure 20 minutes. De cette manière les fermentations s'achèvent en trois ou quatre jours sans s'élever à plus de 35° [1].

X. Rocques,
Chimiste du domaine de Potinville.
Ex-Chimiste principal au Laboratoire municipal.

[1] Comme on le voit, certains domaines tunisiens commencent à posséder un assez bon matériel de vinification. Le fait, toutefois, est loin d'être général. Il serait utile de créer en quelques grands centres, surtout à Tunis, des usines de vinification qui centraliseraient les produits de la petite propriété, laquelle ne peut s'imposer les frais du matériel nécessaire à la bonne conduite des fermentations.
(Note de la Direction.)

3e Partie : La Pêche

La pêche est, de toutes les industries de la Tunisie, de beaucoup la plus importante. Elle fait vivre 60.000 personnes.

Ses conditions varient suivant les régions côtières; aussi devrons-nous la décrire par étape.

I. — De la Calle au golfe de Hammamet

La côte qui s'étend sur ce long espace, bien que très poissonneuse, n'est pas d'une exploitation facile, à cause de l'insécurité de ses rades.

On avait eu l'idée d'établir des pêcheries françaises à Tabarka (fig. 7); une Société s'était formée sous la présidence de M. Oudin, l'éditeur bien connu; le Gouvernement s'était prêté à cette affaire qui, tout en étant une spéculation privée, avait pour la Régence un réel intérêt; il s'agissait, en effet, de supplanter les Italiens ou tout au moins d'opposer à ces derniers une concurrence française. Certains avantages avaient été accordés par le Gouvernement; malheureusement, au lieu de prendre des pêcheurs à Marseille ou en Corse, la Société en fit venir de Bretagne qui, outre qu'ils ne connaissaient pas les engins employés en Méditerranée, s'acclimatèrent difficilement en Tunisie : l'entreprise échoua.

Bizerte et Tunis, par leur configuration exceptionnelle, véritables lacs à l'abri des vents et des courants, possèdent de grandes et belles pêcheries; celles de Bizerte, qui appartiennent à une Compagnie française, prennent plusieurs milliers de kilos de poisson par jour. Tous ces poissons sont expédiés congelés à un commissionnaire à Marseille, où ils sont vendus dans les différentes halles à des prix rémunérateurs.

MM. Noël et Coste, adjudicataires du lac de Tunis, vendent 1.500 kilos de poisson par jour; ils pourraient en vendre 10.000 rien que sur le marché de Tunis et retirer ainsi des bénéfices considérables, surtout depuis que le poisson de Bizerte n'est plus vendu à Tunis.

Nous signalerons les thonaires (pêcheries de thons) de la Goulette et de Sidi Daoud près du cap Bon, appartenant au comte Raffo, toutes deux d'un excellent rapport. Ces pêcheries ont un personnel italien et sont constituées avec des capitaux entièrement italiens.

Rien de particulier à signaler du cap Bon jusqu'à Monastir, où pourtant le golfe est des plus

riches, mais, comme dans la partie Nord, peu facilement exploitable à cause des vents et des courants; le poisson n'y est pas, non plus, des meilleurs ; ainsi les sardines de Sousse ne peuvent pas être conservées au sel.

II. — Golfe de Monastir

A Monastir, en dehors de la thonaire du baron Fleury, qui est de beaucoup la plus importante de toutes celles créées jusqu'à ce jour, il n'y a pas d'autre établissement de pêche ; les pêcheurs de la rade y apportent sur le marché d'excellents poissons en abondance pour les besoins de la consommation locale. C'est dans cette baie que se trouve le groupe des îles de Kuriat, dont les bords sont très favorables à l'établissement de pêcheries de thons et de sardines ; une concession y a été accordée à MM. Deiss et Demange qui, après des études sérieuses et de l'avis des gens compétents, ont acquis la conviction qu'on pouvait y établir une madrague d'un rapport aussi grand que celle de Monastir : c'est un emplacement de premier ordre et l'un des meilleurs de toute la Méditerranée. MM. Deiss et Demange sont également possesseurs d'une concession de pêche au cap Dinas, où ils comptent établir une madrague ; l'endroit serait pourtant moins favorable qu'à Kuriat ; ils sont aussi concessionnaires de la thonaire de Salakta.

III. — Baie de Mahedia

Toute la côte de Mahedia, depuis Sagada jusqu'à Chebba, est très poissonneuse ; de plus, le poisson qu'elle fournit est bien supérieur à celui du golfe d'Hammamet. On fait à Mahedia, depuis plus de 25 ans, la pêche d'une variété de sardine appelée *alacce*, qui donne lieu à un véritable trafic. On pêche annuellement à partir du mois de mai, et durant 40 jours, près de deux cent mille kilogs de ce poisson, qui s'expédie salé en Autriche, en Italie et en Grèce, en barils de 50 kilos. On y pêche aussi des sardines et des anchois, mais en moins grande quantité ; toutefois, il suffirait d'engins spéciaux à cette pêche pour en capturer de plus grandes quantités.

Les 150 ou 200 barques qui, annuellement, se livrent à la pêche dans la partie de mer comprise entre le cap Dinas et les îles Kuriat ne prennent pas moins de 300 à 400 tonnes d'alacces, mêlées à des sardines et à des anchois, qui sont amenées à Mahedia et salées pour l'exportation.

Une fabrique de conserves sur ce point serait donc une excellente affaire. C'est 500 à 600 tonnes de poissons que l'on expédie actuellement salés, qui pourraient être livrés à la consommation en conserves à l'huile, et cela à des prix bien plus rémunérateurs. Mahedia est le point de la Tunisie qui fournit la meilleure huile d'olive : une industrie de ce genre serait donc appelée à une entière réussite, d'autant plus que les thons qui pourraient y être apportés en grande quantité seraient plus avantageusement vendus en boites, marinés à l'huile, que livrés salés.

Fig. 7. — *Côte de Tabarka, très fréquentée par les pêcheurs italiens.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

IV. — Du cap Kadidja a Gabès

Le cap Kadidja ou Kapoudia est le point de départ d'immenses séries de bancs qui hérissent la côte et que les indigènes riverains ont su exploiter de tout temps par l'ingénieuse installation de leurs innombrables pêcheries. Aucune côte au monde n'est plus couverte de pêcheries que celle qui s'étend de ce cap jusqu'à Zarzis. 6.000 pêcheurs environ, étrangers et indigènes, répartis sur 2.000 barques de pêche, exploitent ces rivages. Le groupe des îles Kerkennah, qui fait face à Sfax, est l'un des plus riches qui soient par sa faune marine ; presque tous les habitants s'y livrent à la pêche ;

malheureusement, leurs nombreuses pêcheries sont particulièrement exposées aux déprédations des étrangers, grecs et siciliens; ces derniers, quand les hasards de la pêche aux éponges les amènent à proximité des établissements indigènes, y pénètrent hardiment, brisent les clôtures et relèvent du fond les nasses contenant les poissons.

Les dommages subis par les propriétaires de pêcheries sont toujours considérables ; un établissement de ce genre, lorsqu'il est brisé et dépouillé de ses pièges, devient immédiatement improductif et nécessite de coûteuses réparations; toute réclamation des pêcheurs indigènes auprès de l'Administration demeure lettre morte.

La configuration spéciale de la côte, la région variée des fonds et, par-dessus-tout, le phénomène exceptionnel de la marée qui se produit dans ces parages, rendent facile l'exploitation de la pêche. Ce curieux phénomène de la marée s'explique par la disposition du golfe en forme d'entonnoir et par le relèvement graduel des fonds; on n'y constate pas non plus les vents et les courants que l'on rencontre dans le Nord, la mer est toujours clémente et l'on n'a pas à craindre de naufrages, conditions exceptionnellement favorables.

Tous les procédés de pêche employés dans le golfe de Gabès sont basés sur ce mouvement de flux et de reflux des eaux.

Les divers engins sont presque tous invariablement construits à l'aide de côtes de palmier préalablement divisées en brindilles reliées entre elles par de petits cordages d'alfa. La méthode employée pour la pêche du poisson à l'aide de ces engins se rapproche beaucoup des madragues à thons; le procédé de la *cherfiat*, le plus communément employé, consiste à couvrir un certain espace de mer à l'aide de ces cloisons ou panneaux de 2 m. 50 de hauteur sur 3 m. environ de largeur bordés de pieux servant à les planter dans le sable ou la vase et à les juxtaposer. Ces panneaux, qui s'appellent *hasors* (*hassira* au singulier), sont disposés suivant la forme d'un segment de polygone étoilé dont les angles saillants sont garnis de nasses placées de manière à former une petite chambre carrée, appelée *chambre de la mort*. La chambre de la mort est ouverte sur l'intérieur de la pêcherie. Quand le mouvement de reflux commence, le poisson se laisse entraîner par le courant qui s'établit et, sentant peu à peu l'eau lui manquer, éprouve le besoin instinctif de s'échapper, mais il se heurte à l'obstacle des cloisons, qu'il est bien obligé de suivre; il se laisse ainsi entraîner dans la petite chambre où, croyant trouver une issue favorable dans les nasses, il s'engouffre pour y demeurer captif.

La principale difficulté de l'installation d'une cherfiat consiste dans l'orientation qu'il convient de lui donner. Il importe, en effet, que le courant descendant au moment du reflux n'entraîne pas en dehors de la limite des cloisons le poisson qui s'y est aventuré; on établit les cherfiats par des fonds un peu supérieurs à 2 mètres, de façon que le poisson pris dans les nasses ne cesse d'être dans l'eau.

Il y a encore d'autres procédés de pêche; ils se rapprochent sensiblement de la cherfiat, dont ils ne diffèrent que par la disposition des cloisons et des nasses. On emploie également les *palangres*[1], surtout à Sfax ; les indigènes de quelques villages voisins ont également adopté ce procédé.

Les barques dont se servent les indigènes, appelées *loudes*, sont invariablement du même type; elles sont à fond plat, ce qui leur permet de naviguer sur la plupart des bancs sans danger de s'échouer; il y a aussi les *carèbes*, qui sont des *loudes* d'un plus fort tonnage.

L'habileté des pêcheurs consiste dans le choix de l'emplacement, lequel doit varier suivant la direction du vent et de la mer et avec l'amplitude de la marée.

V. — Golfe de Gabès. Sa faune.

On trouve dans le golfe de Gabès toutes les espèces pêchées sur les autres rivages méditerranéens; pourtant, dans la famille des squales il se capture de temps en temps d'assez gros spécimens, ce qui est très rare sur nos côtes; parmi ceux-ci, la *roussette*, espèce de requin de 0 m. 90 à 1 mètre de longueur, qui a la singulière propriété d'être vivipare.

La série des Crustacés n'est représentée que par le crabe commun et la petite crevette; les autres espèces, telles que homards, langoustes, y sont totalement inconnues; cela tient aux fonds qui ne leur sont pas propices.

Il y a également peu de coquillages comestibles dans le golfe de Gabès; pourtant les Kerkennahs fournissent de belles et exquises clovisses. A signaler aussi un banc d'huîtres assez important à l'embouchure de l'Oued-Serrak. Un Français, M. Delber, de Bordeaux, a tenté, en 1883, un essai d'ostréiculture qui démontre la possibilité d'acclimater dans le golfe nos espèces d'Arcachon.

Les Kerkennahs produisent encore un énorme coquillage : la *Pinna nobilis*, plus connue sous le nom de jambonneau, dont elle a la forme; il y a des Pinnas qui atteignent 0 m. 80 de longueur; elles adhèrent au sol par leur byssus, sorte de chanvre d'une belle couleur pourpre que les Romains utilisaient pour confectionner leurs étoffes de luxe. La Pinna n'a aucune valeur commerciale, elle ne fournit qu'une nacre grossière, dont les armuriers indigènes se servent pour l'ornementation des armes.

[1] La *palangre* est une grande ligne d'un nombre considérable d'hameçons.

VI. — Eponges.

De tout temps les éponges ont été pêchées dans le golfe de Gabès; nous n'entreprendrons pas de donner la monographie de ces êtres singuliers aujourd'hui classés dans le règne animal; et nous ne les considérerons ici que sous le rapport commercial.

On peut classer les éponges en trois sortes les plus employées : 1° l'éponge de toilette, la plus belle et, par conséquent, la plus chère; elle provient de l'archipel grec, des côtes de Syrie et de Tripolitaine; elle se vend depuis 2 francs jusqu'à 25 francs la pièce suivant la grosseur ; 2° l'éponge de ménage, qui se vend en gros en chapelets de 12 au prix de 15 à 30 francs le chapelet, et au détail de 2 à 4 francs la pièce ; 3° l'éponge pour l'industrie.

Les procédés de pêche varient avec la nature du fond, la profondeur de l'eau et la nationalité des pêcheurs. Les Arabes et les Siciliens se servent de la *foëne* ou trident; les Grecs pêchent à la *drague* et au *scaphandre;* les indigènes de Djerba et des Kerkennah les pêchent au *plongeon*.

Fig. 8. — *Barques de pêcheurs Aïssaouas sur la côte de Sfax.*
Photographie de M. Henry Boucher.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Pêche à la foëne. — Tout le monde connaît cet instrument à plusieurs pointes emmanché à une perche de longueur variant avec le fond dans lequel on pêche; on peut se servir de cet instrument jusqu'à une profondeur de 15 mètres. Pour que cette pêche puisse se faire dans de bonnes conditions, il est indispensable qu'on puisse voir distinctement les éponges. Quand la mer est calme, rien n'est plus facile, mais dès qu'elle se ride même légèrement, l'obscurité à travers l'onde devient complète. Il y a une vingtaine d'années, les pêcheurs versaient à la surface de l'eau quelques gouttes d'huile qui s'étendaient en faisant une large tache, à travers laquelle ils suivaient et exploraient le fond ; on a renoncé à ce système assez dispendieux : aujourd'hui on se sert d'un cylindre en fer-blanc de 0 m. 30 de diamètre sur 50 à 60 de long, fermé à l'une de ses extrémités par un verre de vitre. Le pêcheur plonge cette extrémité dans l'eau clapoteuse et, mettant sa tête à l'autre extrémité du cylindre, il peut examiner tout à son aise le fond dans ses moindres détails. Pendant qu'il explore ainsi le fond, le rameur sous ses ordres conduit la barque. Dès qu'une éponge est aperçue, le pêcheur commande au rameur de s'arrêter ou de donner quelques coups de rame soit à droite soit à gauche, de façon à amener la barque à peu près perpendiculairement au-dessus de l'éponge; il laisse alors descendre son trident, pique l'éponge, donne un tour de main pour la détacher et la ramène.

Ces pêcheurs, très adroits, arrivent à piquer l'éponge sur ses parois, épargnant ainsi la face, pour ne pas la déprécier.

La foëne est l'engin le plus généralement employé par tous les pêcheurs du monde.

Pêche à la drague ou gangava. — Cet engin, qui ressemble beaucoup à notre drague, se compose d'un cadre dont trois côtés sont en bois; le quatrième est une forte barre de fer rond. Ce cadre, muni d'un filet en forme de poche, est fixé à un gros câble amarré au bateau.

Le mode d'emploi de la gangava est des plus simples : on la coule à la mer, et la barre de fer qui la borde d'un côté vient tout naturellement reposer sur le fond; le bateau est mis en marche et traîne derrière lui l'engin, qui détache au passage les éponges que le filet reçoit. Dès que le filet est plein, ce que l'on reconnaît aisément au ralentissement de la marche du bateau, on remonte l'appareil à l'aide d'un treuil disposé pour cela à l'avant; on le vide de tout ce qu'il contient, éponges, coquillages, cailloux, etc., jusqu'à de gros poissons; on procède au triage et on recommence la même opération.

Ce système a le grave inconvénient de ravager les bancs d'éponges en détruisant celles qu'on ne prend pas. Il a été longtemps mis en interdit ave beaucoup de raison par le Gouvernement turc; le Gouvernement tunisien en a décrété depuis plus de cinq ans la prohibition pendant les mois de mars, avril et mai, époque probable de la reproduction de l'espèce, et en vue de sa conservation.

Pêche au scaphandre. — Importé en Tunisie par M. de Nayrouse, il y a une vingtaine d'années, le scaphandre est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'en faire la description; la pêche au scaphandre nécessite de grands capitaux, elle n'est pas égale-

ment exercée sans d'énormes difficultés, par suite des exigences des plongeurs qui ne se mettent pas en mer sans avoir reçu une avance d'au moins 2.500 francs chacun; ensuite, s'il arrive que l'un des leurs soit blessé par un requin, ils refusent de continuer à plonger au même endroit; de même que, si, les tubes s'entortillant dans des madrépores, le plongeur est asphyxié, les autres cessent alors tout travail.

Tous ces accidents, joints au prix élevé de l'appareil, empêchent d'en généraliser l'emploi.

Pêche au plongeon. — Cette méthode n'est employée que dans des fonds de 4 à 5 mètres et par les Kerkenniens et les Djerbiens. Les plongeurs se réunissent par 4 ou 5 sur le même bateau; chacun d'eux, armé d'un poignard pour se défendre contre les requins, est pourvu d'un filet qu'il attache à sa ceinture et dans lequel il met les éponges pêchées; ces hommes plongent à tour de rôle.

Importance de la pêche des éponges. — Cette industrie, qui assure l'existence d'un millier de pêcheurs indigènes, de 700 Grecs et de 800 Siciliens, provoque un mouvement de 1.500.000 francs sur le marché de Sfax, somme dont les trois quarts sont dépensés dans le pays.

Les droits de pêche des éponges rapportent au Gouvernement une centaine de mille francs annuellement; la douane et les masoulats perçoivent soixante à quatre-vingt mille francs sur les produits consommés par les pêcheurs. Enfin, les éponges, soumises à un droit de sortie de 0 fr. 37 par kilo, donnent, pour cent mille kilos exportés, trente-sept mille francs au Trésor.

On voit par ces chiffres la source de revenu que cette pêche procure à la Tunisie, on voit aussi combien il importe qu'on s'intéresse à la conserver; mais, pour cela, il convient d'édicter une réglementation résolument protectrice : il faudrait, avant tout, qu'on se livrât sur l'éponge, sur son mode de reproduction, l'époque probable de sa naissance, le temps qu'elle met pour devenir adulte, etc., etc., à des études sérieuses et que ces études fussent faites sur place par des zoologistes.

Il n'y a pas que le golfe de Gabès où les pêcheurs se livrent à la pêche des éponges; depuis trois ans la baie de Mahedia fournit une espèce qui se vend de 14 à 15 francs le kilo. De l'avis des professionnels, Mahedia est appelée à un grand avenir, et, d'après eux, serait mieux située que Sfax pour cette pêche, qui, actuellement, procure sur le marché de Mahedia un mouvement de trois cent mille francs. Si un groupe de capitalistes entreprenait de créer en cette région un centre de pêche des éponges, nul doute, qu'en y obtenant lui-même le succès, il y créerait la richesse.

VII. — Poulpes.

Le poulpe, ou *pieuvre*, que tout le monde connaît, est un mollusque céphalopode d'une saveur fade; il fournit un très médiocre aliment, il est pourtant recherché par les indigènes et par les Grecs.

La pêche des poulpes, qui a lieu de septembre à avril, se fait généralement au plongeon ou au trident. Les indigènes emploient aussi un procédé très ingénieux, qui consiste à placer, dans les fonds fréquentés par cet animal, des sortes d'abris artificiels, qu'ils disposent sur plusieurs rangs, connaissant son instinct de se blottir dans des cavités d'où il peut facilement surprendre sa proie et la dévorer.

Dans les eaux profondes on emploie une sorte de long chapelet formé par des gargoulettes ouvertes à leurs deux extrémités, que l'on déroule sur le fond et qu'on relève quelques heures après pour recueillir les poulpes qui s'y sont réfugiés.

Les poulpes sont ensuite préparés de la manière suivante : après leur avoir enlevé l'espèce de membrane très dure qui recouvre leur tête, on les frappe violemment contre terre jusqu'à 200 fois de suite, ce qui attendrit leur chair et achève de les tuer; puis, on les comprime fortement, de façon à leur faire rendre la plus grande partie de leur eau; enfin, on les dessèche complètement en les suspendant à des cordes tendues au soleil.

On apporte annuellement sur le marché de Sfax 30.000 kilos de poulpes desséchés, qui sont expédiés en Autriche et surtout en Grèce, où ils constituent pendant le carême la base principale de l'alimentation.

VIII. — Réglementation et protection des pêches.

Depuis longtemps déjà, des capitalistes français ont songé à tirer parti des nombreuses richesses qu'offrait la côte tunisienne; mais ce n'est guère que depuis le Protectorat français que les affaires peuvent s'y développer. Dans la Conférence consultative de Tunis, en novembre 1895, la Commission fut d'avis de maintenir le vœu de la précédente session, vœu qui avait pour but de délimiter le domaine maritime au fur et à mesure que l'État pourrait disposer des moyens financiers nécessaires, ce qui permettrait d'accorder des concessions de pêche aux personnes offrant des garanties sérieuses pour en faire l'exploitation régulière. La Commission fut aussi d'avis qu'une réglementation complète de la pêche côtière fût promulguée au plus tôt.

En ce moment, les pêcheurs ne sont soumis à aucun contrôle et jouissent de privilèges qu'il serait dangereux de maintenir à l'avenir. Ils opèrent avec des engins de toutes sortes sans s'inquiéter de l'avenir, ravagent, avec des filets à mailles

étroites et des dragues, les fonds autrefois si poissonneux de la côte tunisienne.

Les entreprises de thonaires paraissent jouir d'une certaine faveur ; l'Administration a tenté aussi avec succès l'affermage de la pêche dans le lac de Tunis ; ce fermage a été adjugé pour 17.500 francs par an. Une adjudication est en préparation pour le lac de Porto-Farina ; ce système sera très probablement généralisé.

J.-A. Deiss,

Manufacturier à Salon (Marseille),
Membre de la Chambre de Commerce de Marseille.

4e Partie : Industries chimiques et mécaniques.

Ces industries, restées rudimentaires ou nulles jusqu'au moment de l'arrivée des Français, ont pris, depuis l'établissement du Protectorat, une importance assez considérable, que l'avenir ne fera que développer.

I. — Industries extractives, chimiques et mécaniques.

Un gisement de phosphate a été découvert à Gafsa il y a quelques années : une Compagnie s'est formée pour l'exploiter. La Compagnie n'a pas encore commencé cette exploitation ; elle n'en est encore qu'à la période d'essai ; toutefois il est certain aujourd'hui que cette affaire sera d'un excellent rapport ; mais la création d'une fabrique d'acide sulfurique en Tunisie assurerait à cette Compagnie de plus grands revenus encore ; en effet, la transformation du phosphate en superphosphate sur place lui procurerait l'écoulement d'une grande quantité de ses produits pour les besoins de la consommation tunisienne à des prix bien plus rémunérateurs. Les phosphates ne peuvent pas être utilisés sous leur forme naturelle, et, s'ils doivent être expédiés à l'Étranger pour y être transformés, la Tunisie n'aura plus l'avantage de cette source de richesse. La fabrication de l'acide sulfurique sur place s'y ferait à très bon compte, puisqu'on aurait à bon marché les pyrites de fer et de cuivre du pays ou le soufre de Sicile.

Depuis quelques années MM. Balzan et Cie et MM. Demange frères, constructeurs à Sousse, ont créé dans cette ville des établissements pour la fabrication des briques à bâtir ; cette industrie paraît prospérer.

Nous n'en dirons pas autant de l'industrie des poteries et carrelages, autrefois si florissante en Tunisie ; elle a été l'une des plus considérables de ce pays au commencement du siècle, mais elle a passé presque tout entière entre les mains de l'Italie, qui inonde de ses produits tous les ports de la Régence.

Nous signalerons aussi l'extraction du sel qui se pratique dans les Sebkhas ou lacs salés (fig. 9).

La fabrication du gaz d'éclairage en Tunisie n'est pas de celles qui sont appelées à prospérer. La cause en est au bon marché du pétrole, qui n'est pas soumis, comme en France, à d'énormes droits de douane. L'éclairage au gaz est considéré comme un éclairage de luxe, dont l'emploi serait très limité, surtout dans les petites villes.

Fig. 9. — *Extraction du sel dans les Sebkhas.*
Photographie de M. Wolfrom. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Les lièges des forêts de la Khroumirie fourniraient, à notre avis, un aliment plus que suffisant pour plusieurs fabriques de bouchons qui trouveraient leur écoulement sur place. Une industrie de ce genre serait des plus prospères ; en effet, les bouchons pour les huiles et les vins viennent de France ou d'ailleurs.

Quant à la construction des machines et instruments agricoles, il n'y a absolument aucun intérêt à ce qu'elle soit entreprise sur place, en raison de la franchise des droits d'entrée dont sont favorisés ces articles. De même quant à la construction mécanique en fer et acier. En effet, tous les matériaux destinés à l'usage industriel ou à l'usage agricole sont exempts de tous droits. Si nous ajoutons que les ouvriers spécialistes manquent et que, si l'on en faisait venir, on les paierait beaucoup plus cher qu'en France, nous aurons suffisamment démontré que ces dernières industries ne sont pas appelées à réussir en Tunisie, du moins pour le moment.

Pour la construction en bois, on emploie géné-

ralement les bois de Norwège, qui arrivent dans les ports de la Tunisie à aussi bon compte que dans les nôtres.

II. — Industrie des transports urbains.

Il n'y a guère qu'à Tunis que l'industrie des transports urbains est en voie de se développer. Une concession a été donnée il y a quelques mois à peine à MM. Julien et Bretté pour l'exploitation d'une ligne de tramways électriques de 7.500 mètres de longueur.

Il existe déjà à Tunis un réseau de tramways à traction animale desservant circulairement les quartiers de la vieille ville arabe. C'est une Compagnie belge qui en est concessionnaire ; elle en tire de jolis profits. Il y a donc lieu d'espérer que la Société nouvelle, qui est française, réussira pleinement.

J.-A. Deiss,

Manufacturier à Salon (Marseille),
Membre de la Chambre de Commerce de Marseille.

LES RAPPORTS DE LA TUNISIE AVEC LE MARCHÉ EUROPÉEN

I. — Mouvement général du commerce avec l'Europe.

§ 1. — Importance du Commerce tunisien.

Le commerce total de la Régence, exportation et importation réunies, était, en chiffre rond, de 27.000.000 de francs en 1875, année particulièrement favorable, si l'on songe qu'en 1876, il n'était

Tableau I. — Commerce total de la Régence.

	IMPORTATION	EXPORTATION	TOTAL
1891.	38.324.776	39.343.174	77.667.950
1892 . ..	39.322.622	37.202.504	76.525.126
1893.....	38.383.232	29.685.323	68.068.555
1894.	41.922.715	36.932.766	78 855.481
1895..	44.085.945	41.246.887	85.332.832

que de 20.000.000 de francs et en 1878 de 18.000.000. Ce commerce est aujourd'hui de 75 à 85.000.000 de francs, résultat considérable, si l'on pense qu'il a été obtenu après quatorze années seulement d'administration par la France.

Le tableau I indique, du reste, les chiffres du Commerce pendant les cinq dernières années.

Depuis 1881, date de l'établissement du Protectorat français en Tunisie, le commerce a quadruplé ; on peut donc espérer beaucoup de l'avenir, car le pays est susceptible de nourrir une population beaucoup plus nombreuse que celle qui existe actuellement. Bien plus, tant dans le commerce d'importation que dans celui d'exportation, c'est la France qui tient le premier rang : elle importe et exporte plus de moitié des marchandises du commerce tunisien.

Le tableau II donne, pour les années 1894 et 1895, les chiffres du Commerce avec les principaux pays et la proportion dans laquelle chacun d'eux prend part au commerce.

§ 2. — Tarif général et Droits de douane.

Le décret beylical du 28 septembre 1896 a établi à l'importation en Tunisie un tarif général qui reproduit les droits du tarif maximum français, sauf sur certains produits : sucre, café, etc. Il est applicable aux pays qui n'ont pas de traité avec la

Tableau II. — Commerce de la Régence avec les principaux pays.

	IMPORTATIONS EN TUNISIE			EXPORTATIONS DE TUNISIE			TOTAUX		
	1894	%	1895	1894	%	1895	1894	%	1895
France.....	22.941.923	54.7	23.308.764	19.874.223	53.8	26.348.324	42.816.146	54.29	49.657.088
Algérie.....	1.958.097	4.6	1.302.269	6.037.865	16.4	4.378.943	7.992.962	10.13	5.961.212
Italie.....	4.198.722	10.0	4.974.433	3.163.454	8.6	4.720.269	7.362.176	9.34	9.694.702
Angleterre.....	1.728.211	3.9	4.574.645	2.573.737	6.9	1.703.023	4.301.948	5.33	6.277.668
Malte.....	6.023.390	14.4	4.753.378	2.119.303	5.7	1.492.616	8.142.693	10.33	6.245.994
Autres pays Belgique, Autriche, Tripoli, Egypte, Russie, Suède et Norvège, Turquie, Grèce, Espagne, Allemagne....	5.075.372	12.4	5.092.456	3.164.184	8.6	2.603.712	8.239.556	10.58	7.696.168
Totaux.....	41.922.715		44.085.945	36.932.766		41.246.887	78 855.481		85.332.832

Régence et servira de base aux négociations futures.

Ce tarif est entré en vigueur le 15 octobre suivant, mais il n'est guère appliqué aux puissances européennes : car, jouissant presque toutes du traitement de la nation la plus favorisée, elles continuent à bénéficier du traitement réservé à l'Angleterre qui, d'après un traité encore en vigueur avec la Tunisie, paie l'ancien droit d'entrée de 8 °/₀ *ad valorem*.

Pour faire disparaître ce droit, il sera nécessaire de traiter avec l'Angleterre, en prenant pour base le tarif général du 28 septembre 1896. A ce moment-là il sera bon aussi que l'Angleterre reconnaisse, au point de vue douanier, la situation privilégiée de la France en Tunisie, ainsi que l'Italie l'a fait dans son traité du 28 septembre 1896 avec la Régence.

De cette manière, non seulement le droit de 8 °/₀ aura disparu et les Puissances jouissant du traitement de la nation la plus favorisée paieront des droits égaux ou inférieurs au tarif général suivant les concessions qui auront été faites à l'Angleterre; mais la France et la Tunisie pourront établir entre elles le régime douanier qui leur conviendra, sans que les autres Puissances puissent réclamer le même traitement.

D'ici là, tandis que le tarif général n'est applicable actuellement qu'aux pays qui n'ont pas de traité avec la Régence, le régime appliqué à la France et aux pays suivants : Allemagne, Autriche-Hongrie, Angleterre et colonies, Belgique, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Italie, Pays-Bas, Portugal, Russie, Suède et Norvège, Suisse, continuera à être le suivant :

Les droits de douane sont, à l'importation, de 8 °/₀ *ad valorem* sur tous les articles en général, sauf sur ceux qui suivent :

Bijouterie en argent	1 %	*ad valorem*
Bijouterie en or	½ %	»
Bijouterie montée avec pierres précieuses et pierres précieuses et perles fines non montées	¼ %	»
Corail brut	3 %	»
Dorures fines au titre de 750/1000 et au-dessus	3 %	»
Horlogerie or	½ %	»
Horlogerie argent et cuivre	1 %	»
Ivoire brut	3 %	»
Vins et spiritueux	10 %	»

Quelques articles sont admis en franchise :

Animaux des races chevaline, asine, mulassière, bovine, ovine, caprine, porcine et cameline. — Huiles fixes pures d'olive. — Gibier mort ou vivant et volailles mortes ou vivantes. Céréales (blé, orge, maïs), livres, brochures et journaux, douilles et bourres, or et argent en lingots, pierres meulières, appareils de sondage et de forage des puits artésiens. Produits chimiques et organiques destinés à l'amendement des terres et au traitement des maladies de la vigne (voir la nomenclature annexée au décret du 20 juin 1891) (17 kada 1308). Instruments et machines agricoles (voir les nomenclatures annexées aux décrets des 9 sept. 1885) (30 kada 1302), 12 juillet 1888, (4 kada 1305), 5 janvier 1890 (14 djoumadi el aoual 1307) et 28 juin 1891 (22 kada 1308).

Enfin l'introduction de certains produits est prohibée; en voici l'énumération :

Armes et munitions de guerre, sel, tabac, kif, chira, hachich et monnaies de cuivre et de billon de fabrication étrangère, ceps de vignes, sarments, crossettes, boutures avec ou sans racines, marcottes, etc., feuilles de vigne, même employées comme enveloppe, couverture et emballage, raisins de table ou de vendange, marcs de raisins et de tous les débris de la vigne, plants d'arbres, arbustes et végétaux de toute nature, échalas et tuteurs déjà employés, engrais végétaux, terres, terreaux et fumiers, légumes frais de toute nature.

Les pommes de terre sont seules admises à l'importation moyennant paiement du droit de 8 °/₀, mais après avoir été lavées et entièrement dégarnies de terre [1].

Ne sont pas compris dans la prohibition les engrais commerciaux, tels que :

Guanos, phosphates, poudrette, sels de soude et de potasse, sulfate d'ammoniaque, phosphate et superphosphate de chaux, chiffons de laine, os, tourteaux, plâtres, chaux, cendres, marnes, sang frais et desséché et les engrais composés de matières animales, minérales et analogues (Loi du 29 janvier 1892 — 29 djoumadi ettani 1309, art. 1er).

Il existe encore en Tunisie, sur certains articles, des droits à l'exportation qui ne pourraient être supprimés immédiatement, car ils constituent un revenu dans les recettes du budget et, dans le cas de leur suppression, il y aurait lieu de créer des impôts ou des taxes d'une autre manière.

Les droits d'exportation sont donnés dans le tableau III (page 1146).

§ 3. — Articles du commerce tuniso-européen.

Avant l'établissement du Protectorat français en Tunisie, l'importation portait sur les objets qui sont de première nécessité ou qui ne peuvent être fabriqués par les indigènes à aussi bon compte que par les Européens. Ces objets sont tous les mêmes dans les pays d'Orient, non encore habités par un grand nombre d'Européens. C'était à l'importation principalement : le *café*, les *laines d'Espagne*, le *papier*, les *produits manufacturés*, la *soie*, le *sucre*, les *teintures* (cochenille et vermillon), les *tissus de laine, de coton et de soie*.

L'exportation portait principalement sur les produits végétaux et animaux, tels que : *blé*, *bœufs*, *chevaux*, *cire*, *peaux*, *dattes*, *éponges*, *laines*, et sur les

[1] L'expéditeur qui justifiera par un certificat d'origine que les pommes de terre proviennent d'une région non phylloxérée ne sera pas tenu de remplir ces formalités, pourvu que l'expédition ait été faite en sac.

cinq produits suivants qui constituaient à peu près toute l'industrie du pays : les *cuirs*, les *chéchias*, l'*huile d'olive*, les *savons* et les *tissus*. L'industrie n'était donc pas tout à fait nulle; mais ses produits, à l'exception des huiles d'olive, qui se vendaient en Europe où elles devaient être raffinées, et des cuirs, étaient achetés par les autres pays musulmans, au goût desquels ils étaient appropriés.

Les articles d'importation et d'exportation qui viennent d'être nommés formaient, depuis plusieurs siècles, la base des échanges commerciaux entre la Tunisie et les pays voisins et constituent, encore aujourd'hui, la plus grosse part du commerce tunisien; mais d'autres sont venus s'y ajouter, tant par les besoins des émigrants qui se sont rendus en si grand nombre dans la Régence, depuis 1881, que par les exploitations et les industries qu'ils y ont perfectionnées ou qu'ils y ont créées.

II. — Remarques sur les marchandises du commerce tuniso-européen.

Il importe de considérer de plus près les principaux produits de l'exportation et de l'importation, en ayant soin d'indiquer l'origine de l'article examiné, la forme sous laquelle il est vendu, son importance commerciale, son avenir, son prix de revient, de vente ou d'achat suivant qu'il est article d'exportation ou d'importation, et enfin les pays qui l'achètent ou le vendent.

§ 1. — **Articles d'exportation.**

Animaux vivants. — Les bestiaux occupent une place importante dans l'exportation tunisienne, et, en première ligne, les bœufs qui sont exportés surtout en France et en Algérie, soit pour une valeur de 2.000.000 francs en 1895. Les autres animaux que l'on exporte de Tunisie sont les *chevaux*, les *mules* et *mulets*, et enfin, en faible quantité à cause de la race qui est peu appréciée par la boucherie, les *moutons barbarins à grosse queue*. Les prix moyens auxquels se sont vendus les animaux en 1895 sont les suivants : agneaux, l'unité, 10 fr.; ânes, 30 fr.; bœufs, 150 fr.; béliers, 15 fr.; boucs, 8 fr.; chevaux, 200 fr.; chevreaux, 3 fr.; chèvres, 8 fr.; cochons, 50 fr.; juments, 250 fr.; moutons, 15 fr.; mulets et mules, 300 fr.; poulains, 150 fr.; taureaux, 80 fr.; vaches, 90 fr.

Peaux brutes, fraîches ou salées. — On exporte chaque année 4.000 quintaux métriques de peaux de bœufs, chevaux, chameaux, ânes, mulets; de 2 à 3.000 quintaux métriques de peaux de moutons et de 2 à 2.500 quintaux métriques de peaux de chèvres et chevreaux, soit en tout pour plus de 1.000.000 francs. Les prix des peaux sont les suivants : peaux de bœufs et vaches, 80 à 100 fr. les 100 kil., rendus en France; peaux de moutons et béliers, 100 fr. les 100 kil. Les peaux d'agneaux valent de 15 à 18 francs la douzaine et les peaux de chèvres de 18 à 22 francs la douzaine.

Os, sabots, cornes de bétail. — L'exportation oscille entre 40 et 80.000 francs, principalement à destination de l'Italie.

Poissons. — Les côtes tunisiennes sont très poissonneuses, et renferment les espèces de poissons les plus variées; actuellement on y pêche surtout le thon et la sardine. L'exportation de ces poissons, à destination principalement de l'Italie, où on en fait des conserves, s'élève à plus de 1.000.000 fr. Le thon salé se vend au prix moyen de 50 francs les 100 kil.; sous huile, il vaut de 150 à 170 francs. Il est regrettable que des Français ne viennent pas sur place se consacrer à la pêche et à la conserve des poissons. — On exporte aussi en Grèce une certaine quantité de poulpes desséchés.

Éponges. — La pêche est très active et l'exportation dépasse 1.000.000 francs. L'éponge tunisienne est très solide et sert pour les gros travaux du ménage; l'*éponge lavée* se vend au prix moyen de 12 francs le kil. et paie un droit de sortie de 37 fr. 35 les 100 kil.

Tableau III. — Droits d'exportation en Tunisie.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	DROITS
Chiffons	les 100 kgs.	2.55
Dattes — Degla	»	12.00
Dattes — Horra	»	5.00
Dattes — Besser	»	0.75
Dattes — Gabès et autres	»	0.75
Éponges — non lavées	»	18.60
Éponges — lavées	»	37.35
Grignons d'olive	»	0.35
Alfa et diss	»	1.27
Huile d'olive	»	12.37
Huile de Grignons	»	1.50
Laine — en suint	les 100 kgs.	12.00
Laine — Bonnetouf	»	12.00
Laine — lavée	»	20.00
Olives fraîches des pays de Kanoum.	»	3.97
Peaux — de bœufs, vaches, veaux, chevaux, chameaux, mulets, ânes	»	7.50
Peaux — de chèvres, chevreaux	»	12.45
Peaux — de moutons, agneaux	»	9.90
Poissons salés, boutargue, thon, poissons secs, fumés, conservés au naturel, marinés ou autrement préparés	»	0.97
Poulpes	»	12.45
Tissus de laine	*ad valorem*	5.10

Œufs. — Les œufs s'exportent pour 20.000 francs par an.

Beurre. — Le beurre est surtout fourni par le Nord de la Régence, et s'exporte en Algérie pour une cinquantaine de mille francs.

Céréales. — Les céréales constituent, avec l'huile d'olive, la plus grosse part de l'exportation et prennent surtout la route de la France, soit pour 90 °/₀ de l'exportation totale, qui représente une valeur de près de 15.000.000 francs ainsi répartis :

	1894	1895
Froment	6.327.570	9.914.370
Maïs	163.365	200.536
Orge	3.877.608	3.764.453
Avoine	250.600	359.842
	10.619.125	14.239.201

La France achète aujourd'hui plus d'orge que l'Angleterre.

Légumes. — Il est regrettable que la Régence n'exporte pas encore de légumes frais, mais uniquement des légumes secs, tels que fèves, haricots, pois, poivrons, qui sont surtout achetés par la France. Cette exportation s'est élevée à 300.000 francs en 1895.

Fruits. — L'exportation en est peu importante, et cependant la Régence pourrait produire en quantité des oranges, des citrons, des figues, des amandes, des pistaches, des caroubes. La région de Sfax serait favorable au développement de ces essences. La figue fraîche vaut de 5 à 10 centimes le kilo, et sèche de 12 à 15 francs le quintal. Les pistaches se vendent de 2 à 3 francs le kil. ; l'amande dure, de 20 à 26 francs les 100 kil. et l'amande demi-tendre de 40 à 60 francs.

Dattes. — Les oasis, notamment celles du Djerid, fournissent d'excellentes dattes ; les meilleures sont dites *degla* à 0 fr. 60 le kilogramme; viennent ensuite les dattes *h'orra* à 0 fr. 40 et les dattes *b'ser* à 0 fr. 20. La datte, dont le commerce d'exportation s'élève à 1.000.000 de francs, est un produit d'avenir.

Graine de lin. — Le prix du kilogramme est de 0 fr. 25 en moyenne et l'exportation de 150.000 fr. environ.

Huile d'olive. — Ce produit est peut-être le plus important de l'exportation tunisienne ; il s'en vend actuellement au dehors pour 7 à 8.000.000 de francs, dont la plus grosse part à destination de la France. La région de Sfax, qui est le domaine de l'olivier, se couvre tous les jours d'un plus grand nombre de plantations ; on ne trouve plus à acheter des terres à moins de 40 kilomètres de Sfax et on compte près de 12.000.000 d'oliviers en Tunisie [1]. L'huile d'olive surfine, qui coûte en moyenne 0 fr. 70 le kilo, paie à la sortie un droit de 12 fr. 40 les 100 kilos.

Olive (grignons d'). — Les huiles que l'on extrait des grignons d'olive servent à la fabrication du savon. Il en a été exporté 2.739.906 kil. en 1895 à raison de 0.05 le kil.

Cire. — Ce produit, dont l'exportation atteint 100.000 francs, est surtout acheté par la France au prix moyen de 1 fr. 75 le kil.

Vins. — La vigne, qui vient à merveille en Tunisie, fournit un vin peut-être supérieur à celui d'Algérie. L'exportation a dépassé 2.000.000 de francs en 1895, à destination de la France, et le vin s'est vendu de 15 à 18 francs l'hectolitre.

Alfa. — Ce produit pousse spontanément, et le Arabes n'ont qu'à l'arracher ; il est surtout acheté par l'Angleterre ; sa valeur est de 10 francs le quintal métrique et il paie un droit de sortie de 1 fr. 27 les 100 kilos.

Lièges. — Le liège est fourni par les forêts de la Khroumirie ; il coûte, bouilli, raclé, visé, mis en balles et rendu à quai à Tabarka, 45 francs le quintal. L'Italie en est le principal exportateur.

Ecorces à tan. — L'arbre qui fournit la meilleure écorce à tan est le chêne-liège ; le lentisque et le pin d'Alep sont assez pauvres en tanin ; l'écorce à tan de chêne-liège se vend surtout en Italie, soit pour 1.500.000 francs en 1895 au prix moyen de 13 fr. 50 le quintal et de 7 fr. 75 sur pied.

Laines. — Les laines tunisiennes se divisent en *laines en suint* et *laines lavées*. Les premières, qui valent de 62 à 75 francs les 100 kilos sur les marchés de Tunis, paient un droit de vente de 6 fr. 25 °/₀ et un droit de sortie de 12 fr. °/₀. La laine lavée vaut de 180 à 200 francs les 100 kilos et paie à la sortie un droit de 20 francs les 100 kilos. Ce produit a perdu de son importance ; son exportation, qui était de 1.083.630 kilos en 1887, est tombée à 107.551 kilos en 1895.

Tissus. — Le Tunisien est bon tisserand ; il fabrique des tissus en soie et bourre de soie, en laine, en coton, qui sont vendus aux pays d'Orient. Ces tissus consistent surtout en burnous, haouli ou haïks, jebba ou gandoura, frach, ouzera, fouta, chenbir, seraïa, etc., et sont fabriqués un peu partout en Tunisie, au métier antique en bois. L'exportation dépasse 1.000.000 de francs.

Tapis. — Les plus connus sont ceux de Kairouan, qui valent, suivant la qualité, 10, 15 et 20 francs le mètre carré. Il s'en exporte pour 300.000 francs par an.

Chéchias. — Les chéchias sont de très bonne qualité, l'exportation s'en élève à 500.000 francs en-

[1] Pour plus de détails sur cette culture importante et rémunératrice, demander, à la direction de l'Agriculture et du Commerce à Tunis, la brochure de M. Bourde sur la culture de l'olivier, brochure qui est distribuée gratuitement. Voir également ci-dessus le remarquable article de M. de l'Espinasse- Langeac (page 1105 de la présente livraison).

viron; mais elles ont à lutter contre celles qui viennent d'Autriche et qui se vendent 2 fr. 50 pièce, tandis que la chéchia tunisienne qui, il est vrai, dure plus longtemps, se paie 8 francs.

Poterie. — C'est là une industrie tunisienne, dont les produits, fabriqués à Nabeul et à Djerba, ne s'exportent que pour une valeur de 60.000 francs environ.

Savons. — Ce peut être un produit d'avenir pour le pays qui possède la matière première, c'est-à-dire l'huile. Il en est exporté pour 150.000 francs par an au prix de 0 fr. 40 à 0 fr. 45 le kilo.

Orfèvrerie, Bijouterie. — Exportation de 50.000 fr. environ. Les produits de fabrication indigène sont consommés dans le pays.

Zinc (minerai de). — C'est là le seul minerai que l'on ait exporté jusqu'à présent et principalement à destination de la Belgique, où il se vend, sur le marché d'Anvers, de 70 à 80 francs la tonne avec une teneur de 45 à 50 °/₀. En 1895, l'exportation s'en s'est élevée à 10.421 tonnes.

§ 2. — **Articles d'Importation.**

Animaux. — Cette importation, qui consiste en bœufs, mules et mulets, venant d'Algérie et d'Italie, oscille entre 200.000 et 300.000 francs.

Peaux préparées, tannées, mégissées, corroyées, vernies, teintes et autrement préparées. — Cette importation est importante, quoique stationnaire depuis 1886; en 1895, elle a été de 1.100.000 francs dont 580.000 francs à l'actif de la France. Le reste vient de Belgique, d'Italie, d'Égypte.

Viandes. — Les importations consistent surtout en lards et conserves. Ces dernières viennent presque en totalité de France, pour une valeur de 114.000 francs.

Poissons frais, salés, à l'huile. — La France en a vendu en 1895 pour 88.000 francs sur une importation totale de 212.000 francs.

Beurres. — Il en vient du dehors pour 100.000 fr., dont la moitié fournie par la France.

Graisses. — Les graisses viennent en grande partie de France, soit pour plus de 100.000 francs.

Fromages. — La France en vend pour plus de 200.000 francs et l'Italie pour plus de 100.000 francs. Ce sont des gruyères, des roqueforts, des hollandes, etc.

Céréales. — L'importation des céréales (blé, orge, avoine, maïs), oscille généralement entre 70.000 et 700.000 francs.

Farines et semoules. — L'importation totale des farines de froment, orges, gruaux, dont la France a presque le monopole de la vente à cause de son régime de l'admission temporaire des blés, s'est élevée à près de 6.000.000 francs en 1895, dont 5.500.000 francs à l'actif de la France.

Pommes de terre. — L'importation dépasse 200.000 francs, dont la majeure partie revient à la France, le reste à l'Italie.

Fruits de table secs ou tapés. — La Sicile importe en Tunisie pour 30.000 fr. de fruits frais, la France pour 150.000 fr. de fruits secs (châtaignes, marrons, noix, figues, etc.); le reste vient d'Italie.

Café. — L'importation, qui dépasse 1.000.000 fr., venait presque exclusivement de la métropole, lorsqu'en 1895 il en vint d'Italie une très notable quantité.

Thé. — La consommation, peu importante jusqu'à présent, augmente.

Chocolat, cacao. — Les indigènes n'achètent pas beaucoup ces produits.

Vins. — L'Italie en a importé pour 362.000 fr. en 1895 sur une importation de 798.875 francs. La France est presque seule à fournir les eaux-de-vie, soit pour 174.734 fr. sur une importation totale de 178.391 fr., et Malte, les esprits et alcool pur pour 464.000 fr. sur une importation totale de 590.000 fr.

Bières. — Les bières viennent de France pour 80.000 fr. environ.

Tabac. — Le tabac (monopole de l'Etat) est acheté par le gouvernement en Belgique, en France, en Algérie et à Malte.

Poivre, piments. — Le poivre est surtout fourni par l'Italie ; les piments viennent de Tripoli.

Sucres. — La consommation de ce produit a légèrement décru en 1895, mais elle s'élève encore à 1.500.000 francs. La France, qui avait presque le monopole de la vente, semble perdre du terrain. Les sucres d'Allemagne et d'Autriche lui font concurrence.

Sirops, bonbons, confitures. — L'importation s'en élève à 100.000 francs en moyenne.

Fer, fonte, fils de fer, acier en barre. — L'importation atteint 1.300.000 fr , dont 800.000 francs représentent le commerce avec la France qui vend surtout des rails ; le reste vient principalement de la Belgique, qui tient la tête dans la vente des fers bruts, fers étirés en barres et fer d'angle à T, tôle et fer-blanc.

Houille. — L'importation s'élève à 600.000 francs, dont les 2/3 fournis par l'Angleterre. La France n'en a vendu que pour 30.000 fr.

Chaux, ciments, plâtre, briques, tuiles, etc. — La France a presque le monopole de tous ces articles dont l'importation est importante, mais en Tunisie on ne tardera pas à fabriquer sur place la chaux et le ciment.

Marbre. — Il vient d'Italie, malgré l'existence des carrières de marbre de Chemtou, qui ne peuvent en fournir à aussi bon compte que l'Italie.

Métaux précieux. — L'or et l'argent pour la bijouterie viennent de France.

Pétrole. — La consommation en augmente tous les ans; l'importation en a été de 570.000 francs en 1895. Il vient de Russie et d'Amérique en transit par Malte, et coûte très bon marché (0 fr. 10 à 0 fr. 15 le litre).

Bois de construction et bois ouvrés. — La France importe pour 100.000 francs de planches et madriers de sapin sur une importation totale de bois qui atteint 1.500.000 fr.; la Suède et la Norwège en fournissent pour 700 ou 800.000 fr.

Bouteilles. — Cet article est fourni par la France.

Gobeleterie. — La gobeleterie vient de France pour 95.000 fr. sur une importation totale de 150.000 fr. Le reste vient d'Autriche et de Belgique.

Glaces. — Les glaces viennent surtout de France, soit pour 40.000 fr. en 1895.

Fils de lin, de coton, de laine, de soie et bourre de soie. — L'importation de ces différents fils a été de plus de 800.000 fr. en 1895. Les fils de lin viennent d'Italie; ceux de coton, d'Angleterre; et ceux de laine, de France.

Soies grèges et moulinées, teintes, bourre et frisons. — La Tunisie en achète pour plus d'un million par an; les soies fines viennent de France pour près de 750.000 fr., les autres viennent d'Italie.

Tissus. — La consommation des tissus, qui constituent la branche la plus importante des importations, augmente tous les ans; elle a atteint le chiffre de 8.567.000 fr. en 1895, dont 1.643.000 fr. à l'actif de la France. L'Angleterre tient une place prépondérante dans la vente des tissus de coton (5.000.000 fr.), tandis que les tissus de laine et de soie sont surtout fournis par la France (600.000 fr.). Le tissu de laine molleton, destiné aux costumes des Arabes et des Israélites indigènes, est un important article d'importation.

Vêtements confectionnés. Lingerie cousue. — La France occupe un très bon rang dans la vente de ces produits. Elle vend pour 100.000 fr. de lingerie cousue et pour 600.000 fr. de vêtements confectionnés sur une importation totale de 1.300.000 fr.

Bijouterie, orfèvrerie, horlogerie. — L'importation totale de tous ces articles, dont la France fournit la moitié, s'élève à 350 ou 400.000 fr. Le reste est fourni par l'Allemagne, la Suisse et l'Italie. Il faut noter qu'à Tunis, on fabrique de la joaillerie et de la bijouterie dont les formes et types sont adaptés au goût des indigènes. Les bijoux en or de fabrication tunisienne sont au titre de 0.375, ceux en argent au titre de 0.900. Il se vend annuellement pour 90.000 fr. de montres en Tunisie.

Bimbeloterie. — La bimbeloterie est importée pour une valeur de 300.000 fr., dont 250.000 fr., d'après les statistiques des douanes, seraient à l'actif de la France.

Coutellerie, ferronnerie, quincaillerie, ouvrages en cuivre et acier, serrurerie. — L'importation, qui dépasse 1.500.000 fr., semblerait être faite exclusivement par la France, mais une partie de ces articles est d'origine allemande et belge.

Chapellerie. — Les chapeaux de paille et de feutre, dont l'importation est de 50.000 fr., sont principalement expédiés par la France.

Meubles, baguettes, moulures. — L'importation, qu'on peut estimer à 300.000 fr., est faite principalement par l'Italie, dont les meubles ne sont pas solides, mais à très bon marché. L'Autriche fournit des sièges en bois courbé.

Papiers de toutes sortes, livres, gravures, cartes à jouer. — La France vend les 2/3 de l'importation, qui atteindra bientôt 600.000 fr.

Machines et mécaniques de toutes sortes, chaudières, pièces détachées et organes. — La France est presque seule à fournir les machines, dont elle a importé en Tunisie pour 760.000 francs en 1895, sur une importation totale de 980.000 fr.

Produits chimiques et compositions diverses. — Ces produits viennent surtout de la France qui, en 1895, a vendu pour : 193.000 fr. de produits chimiques; 250.000 francs de teintures préparées; 80.000 fr. de couleurs, vernis, encre et crayons; 140.000 fr. de savons et parfumerie et 124.000 fr. d'épices, chicorée et médicaments composés.

Essences et sucs végétaux. — L'importation de ces produits s'élève à 100.000 fr. Les Arabes aiment beaucoup les parfums.

Allumettes. — La Tunisie consomme surtout des allumettes-bougies, qui se vendent très bon marché, soit au prix de 0 fr. 05 la boîte de 130 à 160 allumettes. L'importation représente une valeur de 200.000 fr. environ.

Bougies. — La France a presque le monopole de cet article, pour lequel la Belgique cherche à lui faire concurrence et dont l'importation s'élève à 200.000 fr.

III. — Débouchés commerciaux que la Tunisie peut offrir a la France, et réciproquement.

En présence de tels résultats, on peut être sûr que le commerce entre la France et la Tunisie ira en croissant. Il est naturellement impossible d'indiquer à chaque commerçant ce qu'il pourrait vendre ou acheter en Tunisie comme produit nouveau; il appartient à celui qui veut entrer en relations d'affaires avec ce pays de consulter les statistiques de commerce, d'examiner la liste des marchandises qui s'y vendent, et choisir celles qui, fournies actuellement par l'étranger, pourraient être avantageusement fabriquées en France; il appartient au négociant qui dispose de capitaux de se rendre sur place, d'y prendre des échantillons des articles étrangers et de chercher à fabri-

quer ces mêmes articles aux mêmes conditions et même à de meilleures que ses concurrents, sans oublier ces deux principes : 1° qu'il faut se plier au goût des indigènes (combien de fois ne l'a-t-on pas répété ?) et leur fournir des articles peu artistiques, si tel est leur goût, et 2° imiter servilement les articles que les étrangers vendent dans le pays. C'est là le seul moyen de faire concurrence. Les objets artistiques et chers seront vendus plus tard, lorsque le pays sera plus prospère et que les habitants se seront faits aux modes françaises. Pour le moment, il faut s'assurer de plus en plus le marché en luttant avec l'étranger; la France a réussi à attirer à elle la plus grande partie de l'exportation tunisienne, elle a fait beaucoup dans la création et le développement des industries; c'est ainsi que les colons ou industriels français ont créé en Tunisie la fabrication de la chaux et du ciment, des briques et tuiles, des carrelages en ciments comprimés, des liqueurs, des boissons gazeuses, des foudres et futailles, de la glace artificielle, l'imprimerie, la lithographie; c'est ainsi qu'ils ont développé et perfectionné d'autres industries comme celles de la savonnerie, de la minoterie, des pâtes alimentaires et surtout de l'huile d'olive, dont la fabrication représente 125 établissements européens, possédant 18 machines à vapeur, d'une force de 3.146 chevaux, 222 broyeurs d'olives et 532 presses à huile; mais la France peut encore faire davantage. Pourquoi ne demanderait-elle pas à la Tunisie une partie du blé qu'elle achète à la Russie, aux Indes, à l'Amérique ? Les blés durs de la Tunisie sont, en effet, très recherchés pour la semoulerie. Pourquoi les parfumeurs français ne s'approvisionneraient-ils pas de fleurs en Tunisie ? On cultive dans les jardins de Sfax le fenouil, la coriandre, le cumin, la rose, l'églantine, la fleur d'oranger, le jasmin et la cassie, et on y fabrique des essences qui sont recherchées dans tout l'Orient. Pourquoi les savonniers et les fabricants d'huile français ne viendraient-ils pas fonder de nouvelles usines dans un pays où ils auraient la matière première en quantité et de bonne qualité ? Pourquoi l'industriel du Nord ne prendrait-il pas son lin en Tunisie ou n'y établirait-il pas une fabrique de fil ? Combien de cultures ne pourrait-on pas développer dans ce pays et notamment l'*orge*, qui non seulement sert à la nourriture des chevaux, mais est très recherchée en Europe pour la brasserie ; l'*avoine* et le *maïs*, dont les surfaces ensemencées sont encore bien faibles, les *légumes frais*, la pomme de terre, les asperges, les tomates..., qui se vendraient comme primeurs en France ; le *coton*, dont la culture était, paraît-il, autrefois assez répandue ; les *condiments*, auxquels le climat chaud et sec de la Tunisie communiquerait des qualités aromatiques toutes spéciales; l'*olivier* lui-même, les *plantes à essence*, que seuls les indigènes utilisent jusqu'à présent; l'*arachide*, le *sorgho*, le *pavot à opium*, le *mûrier*, qui permettrait peut-être l'élevage du ver à soie ; le *citronnier*, l'*oranger*, le *figuier*, le *caroubier*, le *grenadier*, les *fruits avec ou sans noyaux*, parmi lesquels il faut citer les amandes, les pistaches, les olives de table, et enfin les fruits qui poussent en France, comme les abricots, coings, pêches et prunes. Les *forêts* sont appelées à se développer, surtout dans le Nord ; le *sumac* pousse à l'état sauvage sur les montagnes des Ourazlas ; le *chêne-liège* est à peine exploité. Combien d'exploitations à développer ou à entreprendre, comme l'*élevage du bétail*, l'extraction du *goudron*, qui serait fourni par le pin d'Alep et le genévrier de Phénicie ; la *pêche*, le *parcage* des huîtres, dont certaines, qui produisent des perles, ont été signalées dans le golfe de Gabès ! Combien d'industries nouvelles à créer ! Les tortues de l'île Djerba fournissent des écailles très fines, le thon qui se trouve sur toutes les côtes ferait d'excellentes conserves ; dans un autre ordre d'idées, on n'a pas encore songé à faire du raisin sec, qui est d'une consommation universelle. Enfin le pays renferme, outre d'immenses gisements de phosphate sur un grand nombre de points de la Régence, des mines de zinc, de plomb, de cuivre, de fer, qui ne sont pas encore l'objet d'une exploitation très active. Des gisements de calcaires asphaltiques ont été reconnus près de Tunis.

Enfin, la Tunisie elle-même pourrait développer son commerce avec Tripoli, qui fait annuellement un chiffre d'affaires de plus de 22.000.000 de francs, dont 1.500.000 avec la Régence.

L'Europe fabrique couramment des marchandises uniquement recherchées pour le commerce soudanien : cotonnades, soieries, quincaillerie, etc., marchandises dont la couleur, la longueur, le pliage sont en conformité avec les usages du pays.

La Tunisie en produit aussi une notable quantité, tels que les tissus indigènes de laine et de coton, les étoffes, les couvertures, les haïks, les burnous du Djerid, des Matmata, de Djerba, de Kassen Kellah, les tissus de soie, les chéchias, les vêtements en étoffes indigènes et européennes, pour la confection desquels Tunis a une spécialité reconnue. Il faut donc que la Tunisie vienne en concurrence avec l'Europe pour tous les articles du commerce saharien et soudanien.

Qu'on ne s'attende pas à trouver ici l'énumération complète des débouchés que peut offrir le pays.

C'est à chacun de s'enquérir de ce qu'il peut faire en Tunisie, et pour cela, il faut consulter les statis-

tique et les rapports commerciaux qui abondent en France, tant ceux qui sont publiés par les ministères des Affaires étrangères, des Colonies, du Commerce, des Finances, de l'Agriculture, que ceux qui sont mis à la disposition du public par la Direction de l'Agriculture et du Commerce de Tunis. Il faut au simple vu des statistiques, c'est-à-dire de la liste des marchandises, de leur importance au point de vue des transactions et de leur origine, que le négociant voie sur quels articles il peut exercer la concurrence. C'est ainsi qu'il verra que la France a à subir une sérieuse concurrence pour les tissus de coton ; les tissus de chanvre, lin, jute ; la bijouterie, les meubles, les fruits, les fromages, les vins, les fils de coton. Il s'apercevra aussi en lisant les rapports commerciaux que l'usage de la bière augmente, que les sirops et la confiserie offrent un débouché qui prend de l'importance ; que les alcools ne viennent pas de France, qu'on vend en Tunisie du poisson salé, des conserves à l'huile, des cotons filés en masse, qui viennent surtout d'Angleterre et de Malte ; des bois de contruction fournis par la Suède et la Norvège, des meubles qui sont italiens, des tissus de coton et de toile qui viennent d'Angleterre.

Il verra qu'on importe en Tunisie des cartes à jouer, des papiers à cigarettes, de la bonneterie, des galons or et argent faux, des tasses à café en porcelaine, des verres de lampe, de la tabletterie, miroiterie, de la houille, de la serrurerie, coutellerie et articles de ménage, des jeux d'enfants, des verres à vitres, de la poterie en terre commune, des carreaux et pavés céramiques et de la gobeleterie qui ne viennent pas de France.

Les débouchés sont tout indiqués. La France possède ou fabrique, elle aussi, tous ces articles ; qu'elle lutte donc avec les autres pays, comme elle lutte pour s'assurer le monopole des tissus de laine et de soie. La France fournit bien les draperies de choix et les belles étoffes de laine pour robes et manteaux ; mais l'Angleterre, l'Autriche et l'Italie expédient plus de la moitié des tissus de laine qui sont de qualité médiocre, mais courante.

Enfin, il ne faut pas que le commerçant français se contente de rechercher quels sont les articles qu'il peut vendre dans le pays concurremment avec l'étranger ; il faut qu'il voie quels sont les articles nouveaux qu'il peut y importer et les matières nouvelles qu'il peut en tirer ; il s'en apercevra au fur et à mesure que la population européenne s'accroîtra, que la population indigène se rapprochera de plus en plus des Européens pour les mœurs et les habitudes, au fur et à mesure que le pays s'enrichira, c'est-à-dire que ses besoins deviendront plus nombreux.

G. Wolfrom.

LES RELATIONS COMMERCIALES DE LA TUNISIE

AVEC LE SOUDAN

I. — Le commerce trans-saharien en Tunisie.

Le Soudan, qui n'a qu'une industrie très rudimentaire, est tributaire de l'Europe et de la région côtière méditerranéenne de l'Afrique, la Berbérie, pour la plus grande quantité des produits manufacturés.

D'autre part, l'Europe et la Berbérie ont à demander à la région soudanienne tous les produits naturels qu'elles tirent des pays tropicaux et que ce pays produit ou peut produire.

De ce double besoin d'échanges naît un courant commercial. Avant que les progrès de la navigation aient livré aux Européens les côtes soudaniennes, le courant s'établissait exclusivement à travers le Sahara avec la Berbérie. C'était le commerce trans-saharien.

Le Sahara présente une zone de 1.500 à 2.000 kil. de largeur, avec un climat rendu extrême par l'absence de pluies régulières, et, sauf en un très petit nombre de zones étroitement limitées, un sol infertile, de rares points d'eau et une population nomade, extrêmement clairsemée, farouche, indomptable, cupide et pillarde.

Les caravanes commerciales ne peuvent, en une seule traite, traverser une région aussi large et aussi inhospitalière. Il s'est donc créé, aux rares points d'eau importants de la région, des centres d'occupation fixes jalonnant les routes commerciales. Le commerce trans-saharien se fait au moyen de ces centres jouant tantôt le rôle d'intermédiaires successifs, tantôt celui de simples étapes.

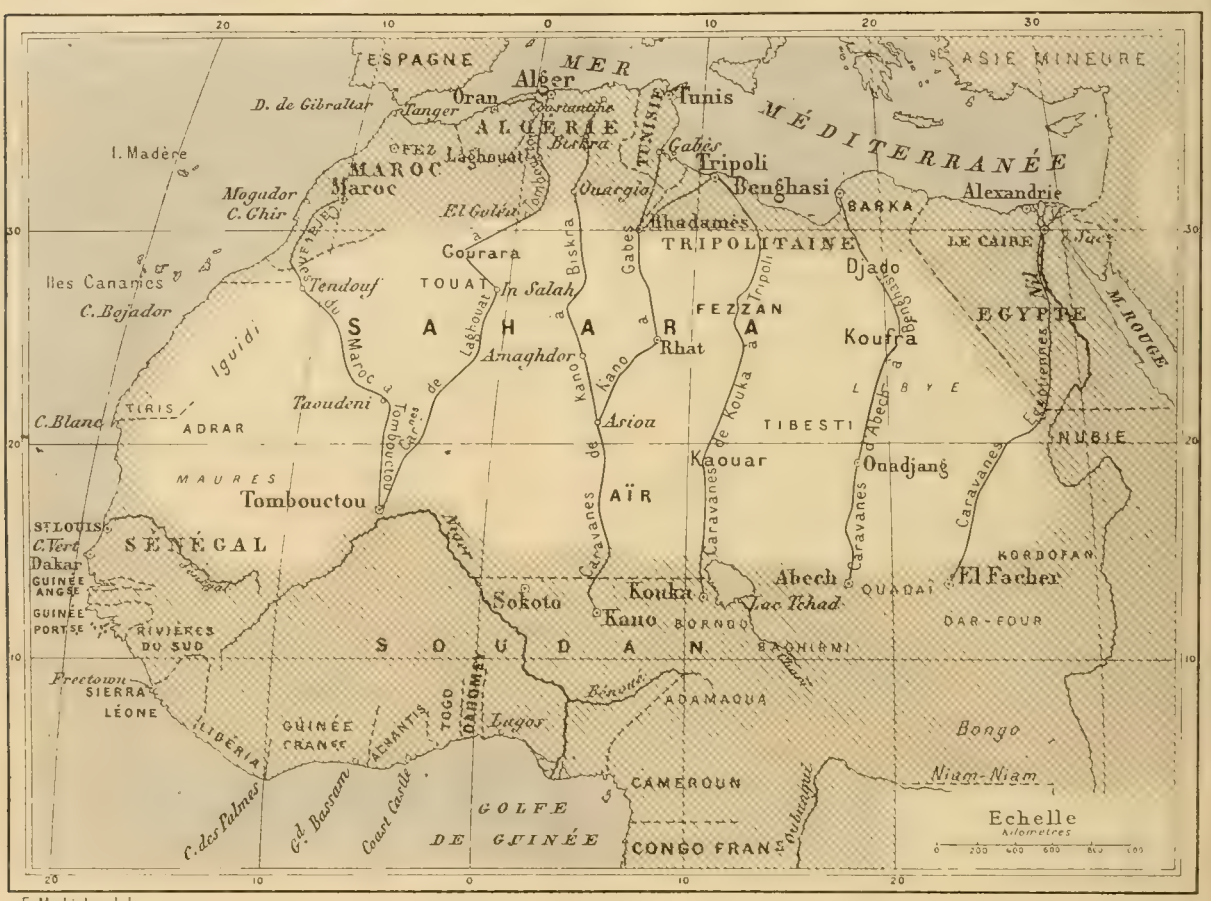
La composition de ces centres est uniforme et bien appropriée à leur rôle. On y trouve, autour d'un point d'eau, une surface irriguée, condition indispensable à toute culture dans le Sahara et présentant, outre son oasis de palmiers, quelques rares arbres fruitiers et quelques légumes. La population y est uniformément composée de trois éléments :

1° Un groupe berbère blanc et sédentaire, — plus ou moins nigritisé par le mélange avec des noirs soudaniens, mélange qui forme un tempérament plus

résistant au climat, — constitue l'élément commerçant. On y retrouve les aptitudes spéciales de la race berbère pour le commerce par caravanes, avec son esprit de calcul et sa prudence mélangée d'audace.

2° A côté et au-dessous vit, dans le servage et vouée à la culture du sol, une population noire, seule capable d'un travail continu dans ces climats brûlants, et réfractaire aux fièvres que développent, chez les hommes de race blanche, les émanations d'une terre irriguée et surchauffée.

et sud de cette mer saharienne se trouvent, pour les caravanes, des ports de départ et d'arrivée, où les marchandises des pays voisins se concentrent pour l'importation, et d'où les marchandises importées se dispersent dans les régions environnantes. Ces marchés sont peu nombreux, car ils exigent un personnel spécial, difficile à former et expert dans le commerce des marchandises de grand prix, les seules qui puissent supporter les frais de transport de 120 à 150 francs par quintal que leur impose la



E. Michiels del.

Fig. 1. — *Carte des caravanes trans-sahariennes.*

3° Enfin, un troisième élément est constitué par un groupe nomade de race arabe ou berbère, ou plus ou moins mélangée de ces deux éléments. C'est ce groupe qui fournit les caravaniers, les convoyeurs et les escortes des caravanes. Ces nomades passent leur vie errante autour du centre saharien auquel ils se rattachent, et qui est leur base de ravitaillement et leur marché.

Telle est la constitution et le fonctionnement de ces centres répartis sur la surface du Sahara. C'est là que se concentre la vie de ces régions désolées.

Le commerce trans-saharien peut être comparé à une navigation sur une mer de 2.000 kil. de largeur, avec escales dans ces centres. Sur les rivages nord

traversée du Sahara par caravane. Ce négoce n'est pas l'affaire du petit commerçant barbaresque dans son échoppe ou du colporteur avec sa balle : c'est l'affaire de commerçants intelligents et audacieux, connaissant le marché européen, possédant des capitaux pour faire des approvisionnements, acheter sans retard les marchandises aux caravanes et les revendre en temps opportun ; ces commerçants doivent aussi connaître les marchés soudanéens et y suivre avec soin l'offre et la demande, soumises à la mode, qui, dans ce pays, plus tyrannique encore que chez nous, imprime des oscillations folles à la valeur de certaines marchandises, aujourd'hui demandées à tout

prix, le lendemain dédaignées et sans valeur.

De ces ports sahariens partent des lignes de traversée du Sahara par les caravanes. Elles sont au nombre de sept (fig. 1), savoir de l'ouest à l'est :

1° La ligne Tombouctou-Tindouf aboutissant au Maroc ;

2° La ligne Tombouctou-Insalah-Touat-Gourara, aboutissant à l'Algérie ;

3° La ligne Kano-Amadghor-Ouargla ;

4° La ligne Kano- ou Kouka-Rhat-Rhadamès et la Tunisie ou Tripoli ;

5° La ligne Kouka-Kaouar, le Fezzan-Tripoli ;

6° La ligne Abeché dans le Ouadaï, Ouadjanga Koufra-Djado-Benghazi ;

Fig. 2. — *Marchands aux environs de Djara.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

7° La ligne égyptienne qui suit le Nil.

Le commerce trans-saharien, qui existait déjà au temps de Carthage et de Rome, est devenu particulièrement florissant du xe au xvie siècle, alors que la Berbérie islamisée, mais délivrée de ses oppresseurs arabes, rayonnant au dehors, fit pénétrer au Soudan l'Islam, qui devint comme un pont jeté entre les deux pays sur le Sahara.

Aujourd'hui ce commerce est tombé dans une complète décadence, qui tient aux causes suivantes que nous ne ferons qu'énumérer :

1° L'établissement en Berbérie, depuis le xvie siècle, de l'autorité turque, qui là, comme partout où elle s'est établie, n'a pas tardé à tarir les sources de la prospérité locale.

2° La conquête française de l'Algérie. Les trente-cinq années de guerre qui en ont marqué les débuts, ont mis au cœur de la population indigène des sentiments de colère et d'antipathie contre nous, qui, s'étendant aux populations sahariennes, leur ont inspiré la crainte d'entrer en relations avec nous.

Un très maladroit essai de douanes sahariennes, que nous avons fait dans le Sud algérien, a fermé ensuite complètement les voies trans-sahariennes aboutissant en Algérie.

Nous nous trouvons dans de meilleures conditions en Tunisie. Notre frontière saharienne y est restée franche de toute barrière douanière. Une conquête facile et rapide n'a pas laissé dans le pays les levains qui naissent toujours de l'emploi prolongé de la violence. La population, à qui nous avons conservé ses lois, ses coutumes et son gouvernement, ne voit en nous ni des ennemis, ni des oppresseurs, et est disposée à nous seconder.

3° La suppression de la traite des nègres, qui formait la principale et la plus avantageuse des marchandises soudanniennes.

4° L'occupation des côtes soudanniennes par les Européens, occupation commencée au xvie siècle et si vivement poussée dans le siècle actuel et particulièrement dans les trente dernières années, avec pénétration profonde dans l'intérieur et drainage vers la côte des produits soudanais.

Dans les dernières années, depuis 1890, d'autres causes sont venues encore s'ajouter aux précédentes, à savoir : la conquête du Bornou par Rabah et l'anarchie qui en a été la suite, et notre instal-

lation à Tombouctou. Mais ce sont là des causes momentanées, dont l'effet doit disparaître assez promptement, et l'on peut considérer que l'état du commerce trans-saharien, tel qu'il était en 1890, présente un état d'équilibre auquel on reviendra bientôt et qui se maintiendra aussi longtemps que de nouvelles causes de changement, durables et profondes, n'interviendront pas.

D'après les renseignements assez précis que l'on possède, on peut évaluer comme suit l'état du commerce trans-saharien en 1890 :

Route de Tombouctou à Tindouf (Maroc)..	1.700.000 f.
— de Tombouctou au Touat.....	750.000
— de Kano par Amaghdor à Ouargla.	»
— de Rhat à Tripoli par Rhadamès...	2.000.000
— — directe.....	1.000.000
— de Bornou à Tripoli.....	5.500.000
— d'Abéché à Tripoli par Koufra et Djado.....	
— du Nil.....	»
Total.....	10.950.000

atteint le chiffre de 600.000 habitants pour tout le Sahara et donne lieu à un commerce qu'on peut évaluer à 6.000.000 de francs. Ce commerce saharien s'écoule par des courants particuliers, allant de la Berbérie et du Soudan vers les centres sahariens, formant comme des affluents des voies trans-sahariennes, affluents qui contribuent au trafic de ces voies, en assurent le fonctionnement et la continuité et servent, en quelque sorte, à les amorcer pour le commerce entre le Soudan et la Berbérie, comme on amorce un siphon en un point intermédiaire pour y déterminer l'établissement d'un courant entre les deux extrémités.

C'est donc en tout à 11.000.000 de francs qu'il faut évaluer, à la date de 1890, le commerce qui est fait dans tout le Sahara de la mer Rouge à l'Atlantique. C'est bien, comme nous l'avons dit, une décadence complète. Le commerce trans-saharien a dû

Fig. 3. — *Chameaux portant des femmes dans le Sud tunisien.*
Photographie de MM. Neurdein frères. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

On voit qu'en 1890 l'Algérie et la Tunisie ne faisaient pas de commerce trans-saharien et que Tripoli faisait à lui seul les 4/5 de la totalité de ce commerce. C'est une sorte de monopole en faveur de cette place, et il s'est créé à Tripoli pour le commerce une base d'opérations exceptionnelle et un personnel spécial, qu'on ne trouve en aucun autre point avec de semblables aptitudes et des moyens d'action aussi développés.

Le commerce trans-saharien proprement dit a une annexe dans le commerce saharien, qui a pour objet l'approvisionnement de la population saharienne elle-même en moyens de subsistance et en objets de consommation qui lui manquent. Cette population est vivace, active, profondément attachée au pays où elle vit et n'a pas de tendances notables à diminuer. En laissant de côté la vallée du Nil, elle

être, au moment de sa grande prospérité, quinze ou vingt fois ce qu'il était en 1890. Au milieu du siècle actuel, il représentait encore un mouvement d'affaires de cinquante à soixante millions.

Il faudrait, pour ramener de pareils chiffres, la construction d'un chemin de fer trans-saharien, qui détruirait toute possibilité de concurrence par les côtes soudaniennes dans l'exploitation de cet immense marché de l'Afrique tropicale. Nous ne signalerons ce projet, si souvent ramené en discussion et si souvent abandonné, qu'à titre d'observation : ce n'est pas ici le lieu de traiter cette question.

Mais, sans penser à changer complètement par une semblable entreprise le courant des choses, on peut, sur une échelle moindre, chercher à influencer les courants sahariens. Si l'on crée, en un empla-

cement favorable, une base commerciale bien organisée sur le modèle de la place de Tripoli, si l'on ouvre une route saharienne aboutissant à ce point, ou si l'on revivifie une route autrefois fréquentée, si l'on détruit les préventions que nourrissent contre les Européens les populations sahariennes, en employant à leur égard les bons procédés, la loyauté parfaite et la fermeté, si enfin on amorce le mouvement par des concessions faites aux premiers commerçants qui s'aventureront sur cette voie, on peut espérer détourner, au profit de la nouvelle voie, une part du commerce saharien et ensuite, en produisant à l'autre extrémité de la route sur le marché soudanien un appel plus énergique, faire sentir jusque-là son action.

Fig. 4. — *Caravane en marche.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

C'est le but que s'est proposé la Tunisie, et, par sa situation géographique et la politique suivie depuis le début de l'occupation, elle est bien placée pour réussir, elle peut espérer dériver de son côté le courant qui s'écoule par les voies de Rhat et Rhadamès et augmenter sur ces voies l'activité commerciale, que nous avons évaluée, pour 1890, à un chiffre d'affaires de 3.000.000 de francs pour les transactions trans-sahariennes, auxquelles on peut ajouter environ un million et demi ou deux millions pour le commerce saharien. C'est Tripoli qui bénéficie actuellement de ce commerce. Le but de la Tunisie est de l'attirer à elle en le développant encore.

II. — La voie commerciale trans-saharienne : Tunisie, Rhadamès, Rhat et le Soudan

La voie trans-saharienne Rhadamès et Rhat fait bien partie de l'hinterland dans lequel la Tunisie est en droit, d'après la théorie admise actuellement, de faire sentir son action.

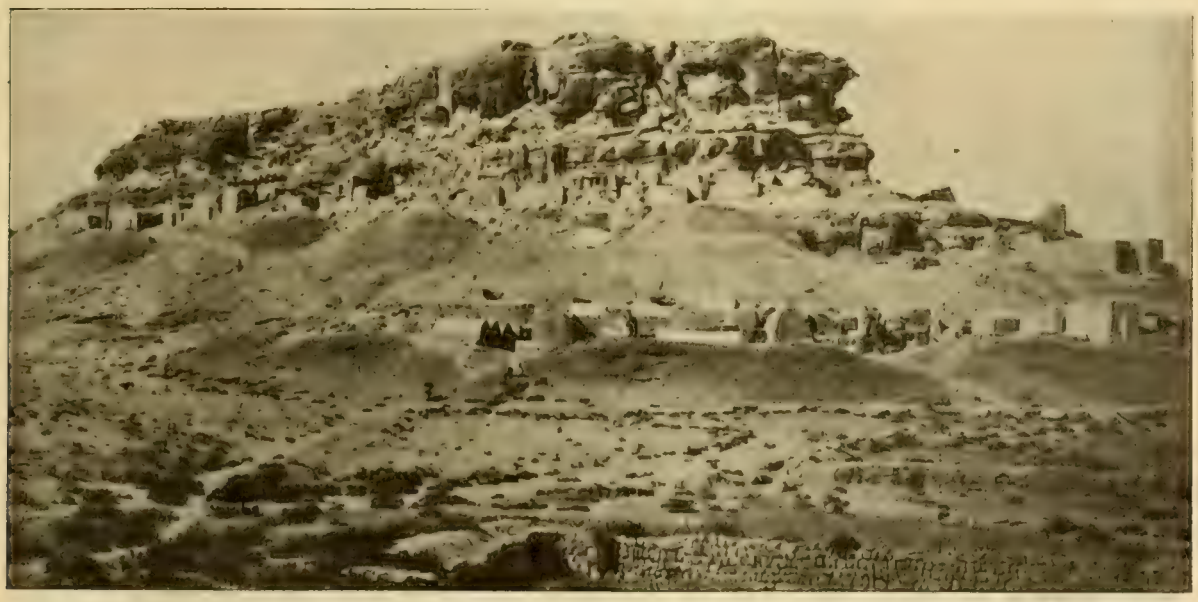


Fig. 5. — *Guermessa, sur la route de Tunisie à Rhadamès.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Cet hinterland, comme celui des autres pays de la côte méditerranéenne, se prolonge dans le Sahara jusqu'au Soudan. Le Sahara étant une région de transit entre le Soudan et la Berbérie, où les seuls traits saillants sont les voies de communication entre ces deux pays, le partage entre les hinterlands particuliers s'y réduira à l'attribution à chacun des divers possesseurs de la côte méditerra-

néenne de celles de ces voies qui aboutissent sur son territoire. Comme ces voies ont toutes la direction des méridiens, c'est donc en prolongeant dans le Sahara les méridiens extrêmes des pays de la côte qu'on déterminera les limites de leurs hinterlands respectifs.

Le méridien Zarsis-Dehiba, qui limite ainsi à l'est l'hinterland tunisien, est le 9°.

Or Rhadamès est par	6° 85
Rhat par.....	7°
Kano par.....	6°

Ces points dépendent donc bien de l'hinterland tunisien.

De plus, le plus court chemin de Rhadamès vers la côte méditerranéenne se trouve dans la direction du lac tunisien des Bibans avec une distance à vol d'oiseau de 400 kil. De Rhadamès à Tripoli, il y a 500 kil., soit un quart en plus de la distance à la côte tunisienne.

Fig. 6. — *Médénine.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

ment jalonné de points d'eau, se succédant sur tout le parcours, régulièrement espacés et ne laissant pas entre eux d'intervalles de plus de 90 kilomètres. La route est tracée sur un sol ferme et plat, facilement praticable aux hommes et aux animaux, avec des pâturages convenables pour ces derniers.

Cette route est également bien plus avantageuse que celles qui se dirigent de Rhadamès vers nos possessions algériennes. Ces dernières, plus longues de 1/3 au moins, doivent, en effet, traverser l'Erg ou mer de sable, pendant la plus grande partie du trajet sur un sol de sable pulvérulent, en franchissant par des cols élevés des chaînes de dunes successives aux flancs mouvants. Elles présentent toutes, dans la partie correspondant aux dunes les plus élevées, vers Rhadamès, une lacune dépourvue d'eau d'une largeur de 300 k., qui constitue un

Fig. 7. — *Djelledat.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Si, au lieu de ne considérer que les distances à vol d'oiseau, on tient compte de la qualité et de la facilité des chemins, on arrive, par la comparaison, à un résultat plus net encore.

En effet, l'itinéraire de Rhadamès à Tataouïn, notre premier poste tunisien dans le Sud, est parfaite-

obstacle considérable, et aboutissent sur la lisière saharienne de l'Algérie à des points encore éloignés de la côte de 350 à 400 kil.

La ligne Rhadamès, Rhat, Kano, comprise dans l'hinterland tunisien, présentant son débouché le plus court et le plus facile vers la Tunisie, est

donc bien la voie trans-saharienne de la Tunisie.

Mais sur cette route, avant que le traité de Berlin ait défini les droits des possesseurs des côtes africaines sur leur hinterland, nous avons été devancés par les Turcs établis en Tripolitaine, qui occupent Rhadamès et Rhat avec des garnisons permanentes. Nous devons donc considérer ces deux points comme faisant partie du territoire ottoman et ne pas penser à y prendre pied, aussi longtemps du moins que les circonstances politiques actuelles ne seront pas changées. Mais nous avons eu soin de ne jamais reconnaître à la Turquie aucun droit en dehors de l'enceinte de ces deux villes. Nous avons toujours considéré les populations sahariennes nomades qui ont Rhadamès et Rhat pour centres, les Touaregs Azdjer, comme indépendants de la Porte, et nous avons constamment rejeté toute ingérence des autorités ottomanes dans nos rapports avec ces Sahariens.

Fig. 8. — *Maisons à Médénine.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Les Turcs n'ont jamais, d'ailleurs, fait d'objections à cet égard dans les nombreuses circonstances où la question s'est posée sur le terrain. Nous restons donc toujours maîtres de traiter avec les Touaregs et de circuler sur le territoire de ces Sahariens. Rhadamès et Rhat sont, sans aucun doute, les points les plus commodes pour relayer sur la route qui mène du Sud tunisien au Soudan; mais, en cas de nécessité, on peut les tourner, et, si nous réussissions, après entente avec les Touaregs Azdjer, à avoir la libre circulation dans leur pays et à y faire prédominer notre influence et nos vues, les Turcs pourraient se trouver bien embarrassés de leur occupation de Rhadamès et de Rhat.

Jusqu'au milieu du XVIIIe siècle, la ville de Rhadamès fut rattachée à la Régence de Tunis et payait l'impôt au bey du pays; elle reprit son indépendance au moment où l'autorité du bey diminua, et elle domina dans tout le Sud par suite de la faiblesse du gouvernement.

Les Rhadamésiens, bloqués dans leur ville par les nomades environnants, n'en pouvaient sortir qu'en payant des redevances à toutes les tribus qui les entouraient. Sur la route du souf algérien, ils payaient aux Souafas et aux Chambaas; sur la route de Tunisie, ils payaient aux Oughamma, tribu tunisienne, belliqueuse, très remuante qui occupe la partie la plus méridionale du territoire de la Régence et commande ainsi la route de Rhadamès. A ce moment et jusqu'à l'occupation turque, le commerce de Rhadamès était relativement prospère et envoyait ses caravanes

Fig. 9. — *Tataouïn.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

sur toutes les routes qui divergent de cette ville. Rhadamès se maintenait dans l'indépendance par rapport à la Tripolitaine et à la Tunisie, mais, en raison de ses traditions, faisait la plus grande partie de son commerce avec cette dernière.

Le dernier des pachas de la dynastie de Karamanlis, qui régna à Tripoli, dirigea, en 1840, une expédition sur Rhadamès, où il fit reconnaître son autorité. Il affranchit en même temps le commerce de cette ville de toutes les redevances qu'il payait aux tribus tripolitaines, mais il resta impuissant à la délivrer de l'oppression des Touaregs indépendants, des Oughammas tunisiens, des Chambaas et des Souafas algériens.

Fig. 10. — *Chameaux de caravane buvant dans un ruisseau.*
Photographie de MM. Neurdein frères. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

C'est de cette époque que date l'abandon, à peu près complet, du débouché commercial de Rhadamès sur la Tunisie, par Gabès, et sur l'Algérie par le Souf et Ouargla. La route de Tripoli, largement ouverte et délivrée de l'obligation des redevances, devint plus avantageuse aux caravanes. En même temps, les Rhadamésiens prétendirent s'affranchir également des redevances qu'ils payaient aux Oughammas et aux Chambaas, qui entrèrent immédiatement en hostilités avec eux, razzièrent leurs caravanes venant en Tunisie et en Algérie, et activèrent ainsi l'œuvre entreprise par Youssef pacha, en ruinant complètement le commerce de ces deux pays avec Rhadamès.

Fig. 11. — *Place du marché à Tataouin.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

En 1842 les Karamanlis étaient chassés de Tripoli par les Turcs, et la Régence devenait une simple province de l'Empire Ottoman. Rhadamès reçut un représentant de l'autorité turque. Le nouvel état de choses ne fit qu'accentuer la situation par rapport à Tripoli, d'une part, à la Tunisie et à l'Algérie, de l'autre. La route de Tripoli devint décidément le seul débouché de Rhadamès vers la mer, et l'hostilité des Oughammas et des Chambaas, redoublant leurs razzias, ferma plus que jamais les routes de la Tunisie et de l'Algérie.

Du côté de l'Algérie, cet état de guerre cessa quand, en 1854, la conquête de Ouargla, faite pour notre compte par les Oulad Sidi Cheikh, rangea, sous l'autorité respectée de ces maîtres, les Chambaas, leurs serviteurs religieux. Les Oulad Sidi Cheikh rétablirent la paix avec Rhadamès et favorisèrent le commerce entre l'Algérie et cette localité. Le courant commercial, interrompu autrefois, a repris depuis ce temps, mais dans des proportions extrêmement réduites, tant à cause de la prépondérance qu'avait prise, entre temps, le marché de Tripoli, que d'un maladroit essai de douanes sahariennes fait par nous en Algérie. La mission Mircher envoyée par nous à Rhadamès en 1862 et le traité qu'elle passa alors avec les Touaregs Azdjer, ne modifièrent pas sensiblement la situation.

Du côté des Arghammas tunisiens, rien ne vint arrêter le cours des hostilités contre Rhadamès, et nous avons trouvé cette situation sans aucun chan-

gement à notre arrivée en Tunisie. La paix n'avait été rétablie qu'à partir de l'année 1889, quand nous nous étions décidés à faire entrer, dans la soumission et dans la paix, les Oughammas jusqu'alors indépendants du gouvernement tunisien.

On peut dire que depuis quarante ans le commerce de Rhadamès avec la Régence de Tripoli était mort. Pendant ce laps de temps jusqu'en 1890, aucune caravane Rhadamésienne n'aurait osé s'aventurer dans cette direction. Quelques maigres caravanes partant de la frontière tunisienne, 30 ou 40 chameaux au plus chaque année, avaient continué à aller, dans les moments favorables, en se dissimulant entre les dunes de l'Erg et en évitant les points d'eau, porter à Rhadamès quelques produits locaux : huile, beurre, grains, rapportant en échange quelques rares marchandises soudaniennes et quelques esclaves.

Fig. 12. — *Conducteur de caravane.*
Photographie de M. Journo.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie

Mais, depuis 1890, la paix la plus complète règne sur notre frontière tripolitaine ; les Arghammas sont maintenant soumis et pacifiques. La route de Rhadamès est absolument sûre et placée sous leur protection même et le commerce de cette ville montre une sérieuse tendance à reprendre cette route abandonnée depuis quarante ans.

Fig. 13. — *Zouara.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

En 1890, nous avons vu arriver à Tataouïn, notre poste le plus avancé dans le Sud, une première caravane de Rhadamésiens ; en 1891, une petite caravane de Touaregs ; c'était une sorte de reconnaissance tentée par les Sahariens. L'année 1893 a vu des tentatives plus sérieuses. Il est arrivé à Tataouïn 19 caravanes de Rhadamésiens et de Touaregs, comprenant 90 hommes et 414 chameaux ; en 1894, 10 caravanes de Rhadamésiens et de Touaregs avec 63 hommes et 303 chameaux, dans les mêmes conditions que l'année précédente.

L'année 1895 a donné un chiffre d'affaires commerciales de 300.000 fr. L'année 1896 avait bien commencé et promettait un progrès notable, quand le massacre du marquis de Morès et d'un certain nombre de ses compagnons est venu marquer un temps d'arrêt dans les transactions. Elles tendent aujourd'hui à reprendre, et ce ne sera probablement qu'un ralentissement passager.

Telle est à ce jour l'état des relations de la Tunisie avec Rhadamès ; avant d'examiner les moyens à employer pour les développer dans l'avenir, nous étudierons d'un peu plus près l'hinterland Tunisien.

III.
L'Hinterland Tunisien

§ 1.
Rhadamès.

Rhadamès est un centre saharien qui fonctionne, dans les conditions que nous avons indiquées plus haut, avec une triple population de commerçants, de cultivateurs et de caravaniers.

Petite ville de 7.000 à 8.000 habitants, entourée de toutes parts d'un terrain de roc ou de sable

improductif, elle a une petite oasis de 75 hectares, qu'elle arrose péniblement à l'aide d'une source et de quelques puits, avec 60.000 palmiers donnant des dattes de qualité inférieure et quelques légumes, point de céréales, point de bétail. A 100 kilomètres dans l'est, Derdj, belle oasis de 450.000 palmiers, avec une population de cultivateurs, appartient tout entière aux Rhadamésiens, dont elle forme la colonie agricole. Smaoun, à mi-chemin entre Rhadamès et la Tunisie, est le centre de la tribu arabe des Oulad Bellil, caravaniers des Rhadamésiens et souvent commerçants eux-mêmes.

Fig. 14. — *Arabes tirant de l'eau à un puits saharien.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Rhadamès, Derdj et Smaoun constituent ensemble un centre saharien complet, et forment une division administrative de la Tripolitaine, à la tête de laquelle se trouve un caïmacan résidant à Rhadamès même et appuyé d'une garnison de 100 hommes d'infanterie et de 20 cavaliers irréguliers.

Fig. 15. — *Campement saharien.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

L'élément commerçant, Berbères, blancs plus ou moins nigritisés, présente à un haut degré le caractère et les aptitudes particulières à cette race pour le négoce.

Les Rhadamésiens se procurent, directement et jusqu'ici presque exclusivement à Tripoli, les produits d'Europe et des pays barbaresques, et les expédient au Soudan par des caravanes, qu'ils forment eux-mêmes soit par Rhat à Kouka et à Kano, soit par Insalah à Tombouctou. Ils ont, sur ces trois marchés soudaniens, des correspondants établis à demeure, qui forment les caravanes de retour. Mais Rhadamès, depuis quelque temps, tend à faire la plus grande partie de son commerce avec Rhat, sur le marché de laquelle la plupart de ses commerçants, restreignant ainsi l'amplitude de leurs opérations, vont faire leurs achats et leurs ventes.

Le commerce transsaharien de Rhadamès, qui était en 1862, lors de la mission Mircher, de 3.000.000 de francs, a notablement diminué depuis ce temps et ne peut plus être évalué qu'à 2.000.000. Il se compose, pour les produits envoyés au Soudan :

De marchandises européennes venant par Tripoli : *Cotonnades, draps, étoffes de laine et de soie, verroterie, sucre, quincaillerie*;

De marchandises fournies directement par la Tripolitaine et surtout par la Tunisie : *Vêtements en laine et en drap confectionnés, étoffes de laine et de soie, chéchias, étoffes et cuirs brodés, tapis.*

Ceux de ces produits qui viennent de Tunisie arrivaient à Rhadamès par Tripoli, depuis que la route de terre est coupée; ils paient ainsi 8 °/₀ de droit d'importation en Tunisie, et 8 °/₀ de droit

d'importation en Tripolitaine. Par la voie de terre de Tunis à Rhadamès, si la circulation y était rétablie, comme il n'y a pas de douanes à la frontière Tuniso-Tripolitaine, ce serait donc, pour la valeur de ces produits rendus sur le marché de Rhadamès, une économie de 16 °/₀.

Les marchandises apportées du Soudan sont : *L'ivoire, les plumes d'autruche, la cire et la gomme, les peaux tannées de buffles, d'antilopes, de chèvres et de moutons, la poudre d'or, les peaux de tigres, panthères et lions, le natron et autres produits médicinaux, le bekbour, résine odorante, et la civette, produit animal odorant, l'indigo et autres matières tinctoriales plus ou moins communes.*

Fig. 16. — *Caravane en marche dans le Sahara.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cᵉ.

Certains de ces produits vont en Europe par Tripoli, d'autres sont consommés par les populations de la Tripolitaine et surtout de la Tunisie; ceux de ces produits qui viennent en Tunisie, s'y rendent actuellement par Tripoli et la voie de mer, et on peut faire à leur sujet la même observation que plus haut en ce qui concerne les droits qu'ils paient à l'embarquement et au débarquement, pour l'économie qui résulterait de leur transport par la voie de terre.

Fig. 17. — *Caravane au repos.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cᵉ.

Les Rhadamésiens organisent eux-mêmes leurs caravanes d'importation et d'exportation, font eux-mêmes leurs achats et leurs ventes à Tripoli et à Rhat et touchent les bénéfices complets de ces opérations. Ils ne verraient donc pas sans crainte leur marché envahi par des caravanes étrangères venant d'Algérie et de Tunisie, ou négligé par des caravanes de même provenance traversant directement le Sahara. Les principaux commerçants de Rhadamès forment donc un parti qui redoute notre activité dans le Sahara et qui nous est hostile. Il est entretenu dans son hostilité par l'imprudence de certains voyageurs qui sont allés jusqu'au centre de leur ville exposer aux Rhadamésiens des projets de commerce direct trans-saharien.

Les autorités ottomanes elles-mêmes, craignant ou feignant de craindre nos visées sur Rhadamès, entretiennent la population dans ces idées et interdisent l'entrée de la ville aux Européens ; mais elles ne s'ingèrent pas d'y gêner notre commerce fait au moyen de caravanes tunisiennes.

Pour achever de donner une idée exacte de Rhadamès, il faut encore parler de l'influence dont y jouissent les Touaregs Azdjer. Maîtres de la route commerciale de Rhat et du Soudan, en outre des redevances qu'ils perçoivent sur la circulation des caravanes, ils ont, à l'égard de leurs

protégés Rhadamésiens, des exigences indiscrètes. Rhadamès est un de leurs marchés ; ils s'y rendent souvent, campent autour de la ville et en exploitent impudemment les habitants. L'autorité turque est obligée de supporter ces écarts de conduite et de s'abstenir à l'égard des Touaregs, qui ne manqueraient pas, s'ils étaient l'objet de mesures de répression, d'user de représailles sur les caravanes Rhadamésiennes dans le Sahara, où l'autorité ottomane ne pénètre pas.

Fig. 18. — *Puits saharien.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

§ 2. — **Rhat.**

Rhat est un grand marché saharien où affluent les commerçants Barbaresques, Soudaniens et ceux des centres sahariens et les nomades environnants. On vient à la foire d'hiver de Rhat, de Kouka, de Kano, de Sokoto, d'Aïr, de Tombouctou, de l'Adghar, de Taoudeni, du Touat, d'Insalah, des Hoggar, de Kaouar, du Fezzan, de Rhadamès, de Tripoli et de Benghazi. Enfin Rhat est le principal marché des Touaregs Azdjer.

Il se fait à Rhat un chiffre d'affaires trans-sahariennes de 3.000.000 de francs et de 1.000.000 à 1.500.000 francs de commerce saharien. Les 2/3 de ce commerce se font avec Rhadamès et reviendront à la Tunisie quand nous aurons reconquis pour celle-ci le marché de cette place ; 1/3 se fait directement avec Tripoli, et pourra de même se faire directement avec la Tunisie, ou avec celle-ci par l'intermédiaire de Rhadamès, mieux et à meilleur marché approvisionnée. La route de Rhat à Gabès par Rhadamès est, en effet, plus directe, plus courte, plus facile et plus sûre que la route de Rhat à Tripoli, qui doit passer par le Fezzan en faisant un grand détour.

Rhat, situé à 600 kilomètres au sud de Rhadamès, au milieu du territoire des Touaregs Azdjer, est une petite cité de 5.000 habitants, entourée d'une petite oasis, et fonctionne comme un centre saharien dans les mêmes conditions que Rhadamès.

Rhat vécut indépendant jusqu'en 1874, date à laquelle les Turcs y mirent une garnison de 50 hommes d'infanterie. L'importance de cette prise de possession, contre laquelle nous aurions pu protester et que nous aurions pu empêcher, nous échappa complètement à ce moment. En 1886, à la suite d'un conflit qui éclata entre les Touaregs Azdjer et la population de Rhat soutenue par la garnison turque, les Touaregs s'emparèrent de la ville par la force et massacrèrent ou emmenèrent en captivité la garnison. Les Turcs rentrèrent l'année suivante à Rhat à la suite d'un compromis avec les Touaregs ; mais leur rôle y est fort effacé et se borne à une action de présence qui ne dépasse d'ailleurs pas les murs de la ville : les Touaregs restent les vrais maîtres de la situation.

Fig. 19. — *Oasis saharienne.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

§ 3. — **Les Touaregs Azdjer.**

A partir de Rhadamès commence, dans notre hinterland tunisien, le territoire des Touaregs Azdjer, qui s'étendent jusque vers l'Aïr. Les Azdjer,

fraction de la grande famille des Touaregs, sont 20.000 sur un territoire grand comme la France, si infertile et si pauvre que la recherche de la nourriture de chaque jour est pour sa population un problème constant et souvent insuffisamment résolu, de sorte que la caractéristique du Touareg est d'avoir toujours faim.

Les Touaregs, de race berbère, se font remarquer par un sauvage amour de l'indépendance, et une étroite solidarité, une grande bravoure et un certain esprit chevaleresque dans les rapports intérieurs des tribus : mais ils montrent un exclusivisme de race poussé si loin qu'ils se croient tout permis à l'égard des étrangers et n'observent plus envers ceux-ci aucune des règles morales qu'ils pratiquent entre eux. Ils deviennent alors menteurs, traîtres : le plus lâche guet-apens, le meurtre même d'une femme, l'empoisonnement, ne leur coûtent pas. Ils se montrent honteusement avides et mendiants sans pudeur. Le meurtre de Mademoiselle Tynné et de sa suite en 1869, sur la route du Fezzan à Rhat, de Dourneaux-Duperré en 1879, des Pères blancs en 1876 et en 1880 ; le massacre de la mission Flatters en 1882, le massacre du marquis de Morès et de cinq de ses compagnons il y a quelques mois, témoignent contre cette race.

Fig. 20. — *Touaregs Azdjer du Sud Tunisien.*
Photographie de M. le Lieutenant-Colonel Rébillet. — Photogravure de MM Cueille et Despréaux.

Tel est le caractère des Touaregs. En ne se mettant jamais à leur merci, et en gardant toujours les moyens de s'en faire respecter, on peut espérer mettre en jeu, pour l'œuvre qu'on poursuit, les bons côtés de leur caractère. Il faut, à leur égard, éviter aussi bien l'emploi de la contrainte et de la violence, auxquelles, avec leur caractère fier et indomptable, il se soustrairaient en se mettant facilement hors de notre portée, que l'extrême confiance, dont ils abuseraient immédiatement.

Les Touaregs Azdjer sont les maîtres du Sahara dans notre hinterland tunisien, de Rhadamès à l'Aïr, et ils perçoivent des redevances ou coutumes sur tout le commerce qui se fait dans cette région par les Rhadamésiens, les Rhatiens et les Fezzanais. Il serait à désirer qu'ils entreprissent la protection des caravanes sur la route qui relie Rhadamès à la Tunisie, ou du moins sur la partie méridionale de cette route, quitte à y prélever des redevances comme celles qu'ils touchent plus au Sud, et qui sont très légitimes en droit saharien. En vivant de ce commerce, ils arriveront certainement à le favoriser au détriment de celui qui s'écoule vers Tripoli, et où ils ne perçoivent rien. Bien plus important est encore leur concours pour ouvrir à la Tunisie le commerce de Rhat, la route de cette ville à Rhadamès étant tout entière entre leurs mains. Nous devons également avoir pour but de nous créer tôt ou tard une voie commerciale vers le Soudan, qui nous appartienne complètement, et qui évite Rhada-

mès et Rhat occupés par les Turcs. Cette route passerait par T'kout, point d'eau reconnu par Mircher à 25 kilomètres à l'ouest de Rhadamès ; elle rejoindrait ensuite, à Bir Imolaï, la route bien jalonnée d'eau qui sert actuellement aux communications entre Rhadamès et Rhat, éviterait Rhat en passant par Djanet, position centrale des Touaregs Azdjer, et continuerait ainsi en territoire complètement libre sur l'Aïr. C'est avec l'aide des Azdjir que nous ouvrirons cette route. L'œuvre est de longue haleine, mais le programme mérite d'en être établi dès maintenant.

Nous devons donc entrer en relations avec les Touaregs et nous efforcer de les amener à nos vues. Le véritable moyen pour atteindre ce but n'est pas de nous jeter à leur tête ; ce serait leur donner une trop haute idée de l'importance que nous attachons à leur concours et leur en faire demander trop cher. Nous devons les encourager à développer les relations qu'ils entretiennent déjà avec nos postes du Sud, et chercher à y attirer les principaux d'entre eux. Ce qu'ils y verront les disposera bien à nous entendre. C'est chez nous qu'il faut traiter l'affaire et non dans le Sahara. Nous ne pouvons avoir confiance dans leurs promesses que quand ils auront donné un gage sérieux en venant à nous. Ce résultat n'est probablement pas impossible à atteindre et dans un avenir assez rapproché. Le terrain est, d'ailleurs, libre pour des négociations directes avec ces tribus qui sont en droit et en fait complètement indépendantes des Turcs, étroitement confinés eux-mêmes au Sahara, dans l'enceinte de Rhadamès et de Rhat.

IV. — Conclusions.

Le débouché de Rhadamès vers la Tunisie est d'un quart plus court que celui de Tripoli ; la route est plus riche en eau et offre aux caravanes des facilités plus grandes, en ce sens que, dès leur entrée sur le territoire tunisien, elles trouvent aide et protection désintéressées et bienveillantes de notre part et évitent l'arbitraire et les exactions des fonctionnaires turcs.

Cette voie présente sur celle de Tripoli un autre avantage des plus marqués au point de vue des produits du commerce trans-saharien, qui sont originaires des pays barbaresques eux-mêmes, et des produits soudanais qui se consomment dans ces pays. Ces produits, comme nous l'avons démontré, en passant par la frontière tuniso-tripolitaine, franche de douanes, bénéficient de 16 °/₀ sur ceux qui suivent, entre Tunis et Tripoli, la voie de mer, comme la plupart le font actuellement.

Nous organiserons à Gabès une base commerciale trans-saharienne sur le modèle de celle de Tripoli, qui formera les caravanes, s'approvisionnera, sur le territoire de la Régence et en Europe, des produits demandés au Soudan, permettra l'écoulement rapide des marchandises des caravanes arrivant du Sud et leur rechargement. Nous intéresserons à cette entreprise les centres commerciaux tunisiens : Tunis, le Sahel, Sfax, Djerba.

Nous assurerons aux produits entrant en Tunisie pour être ensuite exportés au Soudan, la franchise de droit de douane. Des mesures sont déjà prises dans ce sens. C'est un avantage supplémentaire de 8 °/₀, dont bénéficieront les produits apportés à Rhadamès par la Tunisie, sur ceux qui proviennent de Tripoli.

A Tataouïn, dernière station vers le Sud, où atteignent facilement les chameaux sahariens, nous favoriserons la formation d'un entrepôt avancé, où le commerce trans-saharien courant pourra se défaire de ses marchandises et se réapprovisionner. Nous n'aurons, dans ce but, qu'à développer le marché très bien approvisionné et très achalandé qui existe déjà dans cette localité. Sur un point avancé vers le sud de notre hinterland saharien, à Djenéïen ou à Zahar, par exemple, à mi-chemin de Rhadamès, nous établirons un poste qui assurera la complète sécurité du chemin et servira de relais et de point de repos aux caravanes.

Nous entrerons en relations avec les Touaregs Azdjer pour en faire des auxiliaires destinés à seconder nos vues dans le Sahara, en mettant en jeu leur intérêt par les gains qu'ils auront à faire. Nous travaillerons à ce résultat en nous installant dans le Sahara et en entrant ainsi en contact avec ces tribus. Notre action immédiate se bornera pour le moment à agir sur le marché de Rhadamès et de Rhat pour leur faire adopter le débouché tunisien ; nous serons ainsi à même d'agir sur un mouvement commercial de 4.000.000 à 5.000.000 de francs, que nous pourrons attirer tout entier sur la Tunisie ; ce n'est que plus tard que nous pourrons penser à développer ce commerce en dehors de ces limites, en agissant au moyen de caravanes directes, circulant entre le Soudan et la Tunisie. Une entreprise de ce genre serait actuellement prématurée. Elle n'aurait pas de chances de succès aussi longtemps que l'accord ne sera pas réalisé avec les Touaregs et ne produirait d'autre résultat que de nous aliéner les commerçants de Rhadamès et de Rhat, qui verraient là, avec raison, une tentative pour se passer de leur intermédiaire.

Le commerce trans-saharien n'est pas, on le voit, ce qu'un mirage africain l'a fait paraître aux yeux de certaines personnes ; nous avons tenu à montrer les limites de l'entreprise, pour éviter les illusions et les découragements qui surviendraient plus tard. Telle qu'elle est, par son côté matériel et par son côté politique, elle peut encore nous tenter.

Lieutenant-Colonel Rébillet,
Attaché à la Maison militaire
du Résident général de France à Tunis.

LES TRAVAUX PUBLICS DU PROTECTORAT FRANÇAIS

EN TUNISIE

Si discuté que soit encore dans l'opinion publique le principe de l'expansion coloniale de la France, tout le monde est d'accord pour reconnaître qu'il convient de mettre en valeur, par les moyens les plus rapides et les moins coûteux, les possessions nouvelles que des circonstances diverses ont placées — et placeront encore dans l'avenir — sous la direction de notre pays. En quoi consistent ces moyens rapides et peu coûteux, qui doivent non seulement s'appliquer à des objets multiples et complexes, finances, politique, administration, travaux, etc., etc., mais encore varier suivant les temps et les pays, c'est là une question primordiale que nous n'avons pas la prétention d'effleurer et dont l'énoncé seul permet de juger combien sont rares les qualités d'un bon administrateur colonial.

Nous voulons seulement ici, par l'exposé sommaire de ce qui a été fait dans une de nos possessions, en ce qui concerne les travaux d'utilité publique, donner une idée de ce que peut être, au point de vue spécial des travaux publics, la mise en valeur d'une colonie nouvelle et, par les résultats déjà acquis en Tunisie, faire connaître ceux qu'il est permis d'espérer dans des circonstances analogues.

I. — Situation des travaux publics de la Régence antérieurement au Protectorat français.

Lorsque le traité de Ksar-Saïd confia à la France le soin de présider aux destinées de la Régence, celle-ci ne possédait qu'un outillage économique des plus modestes, presque entièrement dû, d'ailleurs, à des ingénieurs français. L'inventaire mérite d'en être établi, ne fût-ce qu'à titre de curiosité rétrospective.

Le réseau routier mesurait... quatre kilomètres de longueur et consistait uniquement dans la voie empierrée, établie vers 1860 par l'ingénieur Dubois, qui relie Tunis au Bardo.

Les chemins de fer avaient une certaine importance; ils comprenaient la ligne de Tunis à Ghardimaou (195 kilomètres), construite et exploitée par la Compagnie française de Bône à Guelma et les lignes de Tunis au Bardo, Tunis à la Marsa, Tunis à la Goulette (34 kilomètres), construites par une Société anglaise qui les avait vendues, en 1880, à la Société italienne Florio-Rubattino.

Les adductions d'eau se réduisaient à l'alimentation de la ville de Tunis, que l'ingénieur français Colin avait assurée, en 1861, par la restauration, sur près de 100 kilomètres, des aqueducs romains de Carthage, délaissés depuis treize siècles.

Enfin trois phares dioptriques avaient été allumés en 1860 et 1873 sur la côte nord de la Régence ; un des appareils sortait de la maison Sautter et Lemonnier, de Paris ; les deux autres venaient d'une maison de Londres.

Depuis une trentaine d'années déjà, avant l'établissement du Protectorat, le Gouvernement français mettait à la disposition des Beys des ingénieurs, dont le rôle, comme on a pu en juger par le bilan qui précède, devait être assez difficile, en raison de sa simplicité même. « De quoi te plains-tu? répondit un jour le Bey à l'un de ces ingénieurs qui réclamait en vain des crédits pour ses travaux, ne t'a-t-on pas toujours servi régulièrement tes appointements?... »

II. — Organisation d'une direction générale des travaux publics.

Ces errements ont bien changé : et, en 1883, a été organisée, sous le nom de Direction générale des Travaux publics, une administration complète qui présente, réduits et simplifiés, tous les rouages des services analogues de la Métropole.

Cette administration n'a, en réalité, commencé à fonctionner sérieusement qu'en 1886 ; elle compte actuellement : un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur général; six ingénieurs des Ponts et Chaussées, un ingénieur des Mines, et près de deux cents agents commissionnés de tous ordres : conducteurs, architectes, commis, officiers de port, géomètres, etc...

Elle assure directement soit pour le compte de l'Etat, soit pour le compte des municipalités, l'établissement des projets et leur exécution, sauf pour les travaux concédés à des compagnies, comme nous le verrons plus loin, dont elle exerce seulement le contrôle. Elle est, en outre, chargée d'un certain nombre de services de police et de surveillance, dont nous n'avons pas à nous occuper; enfin, elle donne son concours le plus actif à l'élaboration d'une législation des travaux publics dont il n'existait aucune trace avant l'organisation du Protectorat.

Actuellement, les sommes inscrites au budget ordinaire tant pour l'entretien que pour les travaux neufs, atteignent environ 4.500.000 francs par an ; ce chiffre comprend les travaux non concédés des municipalités et de l'État, c'est-à-dire les travaux

exécutés directement par l'administration des Travaux publics; il ne comprend pas les frais de personnel et de matériel. Le rapport des frais généraux, du matériel et du personnel au montant des travaux faits reste inférieur à 12 %.

Outre les ressources provenant des recettes ordinaires du budget, l'administration du Protectorat a pu consacrer aux travaux publics des fonds extraordinaires provenant soit des excédents budgétaires, soit des bénéfices des conversions de la dette; le total de ces fonds représente environ trente-trois millions de francs.

Les renseignements généraux qui précèdent nous ont paru utiles pour l'intelligence de ce qui va suivre; il était bon de faire connaître l'outil avant d'indiquer sa production.

III. — Ports maritimes.

Dans la plupart des pays neufs, à civilisation rudimentaire, la circulation intérieure des marchandises s'effectue, en général, dans des conditions moins défavorables qu'on ne serait tenté de le supposer, grâce à la simplicité des moyens de transport employés et aux bas prix dont se contentent les indigènes qui s'adonnent à l'industrie des transports. Sur pistes, c'est-à-dire sur terrain naturel frayé, le prix de revient des transports soit à l'aide de véhicules rustiques à grandes roues, soit même à dos de chameau ou de bêtes de somme, n'est pas très supérieur au prix de revient des transports par voie ferrée : le degré de célérité de ces transports est même très acceptable; les qualités qui leur manquent le plus sont la puissance et la régularité : mais, à tout prendre, au début de la mise en valeur d'un pays, ces qualités n'ont pas l'importance qu'elles acquièrent par la suite. De même les transports maritimes, assurés généralement par des compagnies bien organisées, ne comportent guère que des améliorations peu considérables, en tant que matériel naval. Ce qui importe le plus est d'assurer à peu de frais la jonction des voies de terre et des voies maritimes ; c'est, en un mot, de créer des ports commodes et sûrs permettant d'économiser les frais importants qu'exigent les chargements et déchargements sur rades. Ces frais sont tels, dans la plupart des cas, qu'un port bien placé et bien conçu doit pouvoir se suffire à lui-même. Si l'on applique au trafic existant d'un port à construire des taxes modérées, inférieures aux charges de transbordement qui grèvent les marchandises, le produit de ces taxes doit permettre de rémunérer le capital de premier établissement et d'assurer l'entretien des ouvrages, sans demander à l'Etat d'autre concours qu'une garantie d'intérêt plutôt morale que réelle. C'est dans cet ordre d'idées qu'a été développée la conception des quatre grands ports tunisiens actuellement terminés ou sur le point de l'être.

Le plus important de ces quatre ports, non par son mouvement commercial actuel, mais par les espérances légitimes qu'il suscite et par l'intérêt que lui porte la métropole, est le port de Bizerte, tout récemment ouvert au commerce. Disons tout de suite que, contrairement à certaines allégations, les travaux de ce port, ainsi que ceux de la ligne ferrée qui le relie à Tunis, s'élevant ensemble à plus de 16 millions, ont été intégralement supportés par le trésor tunisien et n'ont grevé en rien le budget métropolitain.

Les travaux du port ont consisté principalement dans le dragage d'un chenal de 64 mètres de largeur au plafond, destiné à relier les fonds de 9 mètres de large aux fonds de 9 mètres du lac de Bizerte, lequel ne communiquait précédemment avec la mer que par un petit déversoir sinueux et sans profondeur. Deux jetées d'environ 1.000 mètres chacune protègent l'entrée du chenal et enserrent un avant-port d'une superficie de 75 hectares; elles se terminent aux fonds de 13 mètres et laissent entre elles une passe libre de 400 mètres de largeur. Des quais, feux, terre-pleins, hangars, grues, etc., complètent les installations nécessaires aux besoins des plus grands navires connus.

Les travaux confiés à une compagnie concessionnaire, qui est également chargée de l'exploitation, ont donné lieu à une subvention de l'Etat d'environ 6 millions de francs et à l'octroi de divers avantages en nature fort importants, notamment de la perception de taxes applicables aux navires. Ces taxes sont actuellement d'un produit médiocre : le trafic local de Bizerte est, en effet, assez restreint et ne paraît pas, malgré la fertilité de la région environnante et la douceur de son climat, pouvoir jamais être en rapport avec les sacrifices consentis pour ce port. Il suffit de jeter les yeux sur une carte pour juger que le rayon d'action de Bizerte en terre ferme ne dépasse guère une cinquantaine de kilomètres; au delà de cette zone, l'action de Tunis est prépondérante. Aussi bien, l'avenir de Bizerte n'est-il pas du côté de la terre. Bizerte n'est pas appelé à relier entre eux de grands courants commerciaux, terrestres et maritimes; mais il peut et doit être un point de relation de premier ordre entre grands courants maritimes : il doit être un des ports d'escale les plus importants de la Méditerranée, grâce à sa situation géographique et aux dispositions adoptées dans la construction de ses ouvrages. Sans entrer dans les développements que comporte la question, il est permis de prévoir que Bizerte aura, dans quelque temps, comme port à charbon, une importance comparable à celle de Malte ou d'Alger.

Fig. 1. — *Carte des travaux publics de la Tunisie, dressée par M. de Fages.*

Dût-on attendre un peu la réalisation de cette échéance, on estimera avec raison que l'ouverture à nos flottes de guerre d'un lac d'une grande profondeur et de dix à douze kilomètres de diamètre, valait bien les sacrifices que la Tunisie s'est libéralement imposés pour le port de Bizerte.

C'est en vue d'éventualités moins éloignées que la Régence n'a pas davantage hésité à effectuer, pour le port de Tunis, une première dépense de 13.500.000 francs, qui a permis, au moyen d'importants dragages, d'amener, presque en pleine ville, les navires obligés autrefois de mouiller sur rade à la Goulette. Un chenal de neuf kilomètres de longueur, creusé à travers les vases du lac de Tunis, conduit à un bassin de 12 hectares, de 6 m. 50 de profondeur, muni d'appontements, de terre-pleins et de voies ferrées; ces ouvrages ont été mis en service le 28 mai 1893.

Cette organisation provisoire demandait à être complétée; tel a été le but de la concession du port de Tunis, signée en 1894 et à laquelle a été liée celle des ports de Sousse et de Sfax. L'achèvement et l'exploitation de ces trois ports sont aujourd'hui entre les mains d'une Société anonyme, qui doit avoir terminé tous les travaux de premier établissement avant le 1er janvier 1899. Ces travaux sont très avancés à Tunis, où ils comprennent 600 mètres de murs de quai accostables à 6m50 de profondeur, la construction de hangars, magasins, terre-pleins, voies ferrées, etc. Le prix de revient total du port de Tunis sera voisin de 17 millions de francs, dont 13.500.000 francs auront été payés en argent par le trésor tunisien. Le reste de la dépense, comme la totalité de celle des ports de Sousse et de Sfax sera supporté par le concessionnaire qui se couvrira des intérêts de ses avances au moyen de la perception des taxes autorisées. La durée de la concession est limitée à quarante-sept ans; le taux de l'intérêt garanti aux capitaux n'atteint pas 4 %; les bénéfices sont partagés par moitié entre l'État et la Compagnie; la combinaison, dans son ensemble, peut être regardée comme très favorable pour l'État.

Fig. 2. — *Port de Bizerte.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Le port de Tunis est en bonne voie de prospérité; il donne lieu dès maintenant à un mouvement annuel, entrées et sorties réunies, de plus de 270.000 tonnes de marchandises et de plus de 50.000 passagers; il réalise à lui seul plus de la moitié du mouvement total des ports de la Régence.

Le port de Sousse, en pleine période de construction, comportera, comme celui de Tunis, un bassin d'une douzaine d'hectares, muni de 600 m. de quai à 6 m. 50 de profondeur, et protégé par une

jetée-abri de 500 mètres de longueur. Mais les conditions d'établissement sont bien différentes; les dragages y auront peu d'importance, et l'ouvrage principal est la jetée-abri qui comporte, sinon des difficultés, du moins quelques lenteurs, en raison de la rareté de la pierre dans la région.

Les dépenses à prévoir pour le port de Sousse, s'élèvent à 4.500.000 francs, y compris bien entendu les feux, les hangars, les terre-pleins et tous les ouvrages accessoires que nous n'énumérons pas. Ainsi outillé, ce port pourra suffire à un trafic de 2 à 300.000 tonnes par an, soit plus de trois fois le trafic actuel.

Le port de Sfax est caractérisé, comme le port de Tunis, par l'abondance des dragages; il comporte un chenal d'environ trois kilomètres de longueur donnant accès à un bassin de 10 hectares, muni de 600 mètres de murs et quais accostables à 6 m. 50 de profondeur. La dépense prévue est d'environ 2 millions de francs, y compris tous les ouvrages accessoires. Les travaux sont très avancés.

Bien que le trafic actuel de Sfax ne dépasse guère 40.000 tonnes, il est permis d'espérer pour ce port un développement plus brillant peut-être que pour Sousse.

Il ne faut pas oublier, en effet, que les phosphates de chaux de la région de Gafsa, dont la mise en exploitation ne saurait tarder, pourront donner, à eux seuls, jusqu'à 300.000 tonnes par an, à la sortie.

Outre les quatre grands ports dont nous venons de parler, la Tunisie possède encore onze ports ouverts au commerce d'exportation. Ce sont, par ordre d'importance : Gabès — Mehdia — Tabarka — Djerba — Monastir — La Skira — Hammamet — Zarzis — Kelibia — Nabeul et Porto-Farina.

Tous ces ports ont fait l'objet, à des degrés divers, de dépenses en rapport avec les intérêts qu'ils sont appelés à desservir et sont dotés de l'outillage qu'ils comportent. Leur tonnage annuel décroît de 20.000 tonnes pour les premiers, à quelques tonnes pour Nabeul et Porto-Farina; ils ne sont, en général, accessibles qu'à des embarcations calant moins de deux mètres, et qui font les transbordements entre les quais et les navires sur rade.

Cette situation est acceptable; cependant des réclamations constantes ont été formulées par les habitants de Gabès et de l'extrême sud, lesquelles paraissent tendre à la création d'un grand port, au sud de Sfax. Si l'on examine, en effet, la carte de la Régence, on voit que les quatre ports à grand tirant d'eau dont nous avons parlé, sont assez régulièrement distribués sur la côte et que la continuation de la même loi de distribution au delà de Sfax conduirait à l'établissement d'un grand port à Gabès ou au sud de cette ville. Un fait peu connu, c'est que M. F. de Lesseps avait obtenu, en 1885, la concession de ce port, et qu'il n'a jamais cru devoir user de cette concession. En réalité, il est permis de penser que toute entreprise de cette nature serait au moins prématurée, en raison de la situation commerciale et agricole de la région avoisinante.

Fig. 3. — *Appontements et port de Sousse.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Deux améliorations, plus réalisables parce qu'elles sont peu coûteuses et qu'elles auraient une influence heureuse sur le développement de l'industrie de la pêche maritime, seraient la création de deux ports de refuge pour les embarcations calant de deux à trois mètres d'eau, l'un à Tabarka, l'autre à Hammamet. Plus de 300 petits navires adonnés à la pêche de la sardine et d'autres poissons trouveraient en ces deux points un abri qui leur fait actuellement complètement défaut.

On voit, en résumé, que le programme des travaux maritimes restant à réaliser en Tunisie ne serait pas bien long à établir ; ce programme reste subordonné aux ressources budgétaires, car il ne faudrait pas compter ici équilibrer les charges par le produit des taxes à percevoir. Trois millions suffiraient pour Gabès et les autres ports, alors que 35 millions sont déjà engagés dans les travaux en cours.

On pourra donc dire très prochainement que les neuf dixièmes de l'outillage normal des ports de la Régence sont réalisés; cette œuvre aura demandé dix ans à peine.

Phares et balises. — Une œuvre aujourdhui entièrement terminée et qui aura demandé à peu près le même nombre d'années, est celle de l'éclairage des côtes.

Aux trois feux établis sous les Beys, sont venus s'adjoindre, depuis 1866, suivant un programme approuvé par la Commission des phares de la métropole, onze grands phares, vingt-neuf feux de port et dix bouées lumineuses. Cet éclairage complet qui règne de la frontière algérienne à la frontière tripolitaine sur 1.500 kilomètres de côtes et rend à la navigation des services très appréciés, n'a pas coûté plus de 1.500.000 francs. Les frais d'entretien annuels sont d'environ 150.000 francs.

Le balisage des côtes de la Régence est également terminé; comportant peu d'ouvrages, grâce à la nature des côtes, il n'a donné lieu qu'à une dépense d'environ 60.000 francs.

IV. — Routes et pistes.

L'amélioration des voies de terre n'a pas suivi une marche aussi rapide que celle des voies maritimes. D'une part, comme nous l'avons dit plus haut, cette amélioration ne présentait pas tout à fait la même urgence; d'autre part, le retard apporté dans la construction des chemins de fer, retard que nous expliquerons plus loin, a eu une fâcheuse et singulière répercussion sur les routes. Jusqu'en 1892, l'opinion publique de la colonie semblait admettre que les routes sont inutiles là où doivent exister les chemins de fer; on paraissait poser en principe qu'un réseau routier et un réseau ferré devaient faire double emploi, et qu'étant donnés, par exemple, les fonds de réserve dont disposait le trésor beylical, il était plus sage de les dépenser entièrement en voies ferrées, que partie en chemins de fer et partie en routes. Sous l'empire de ces idées, on n'a pas construit 80 kilomètres de routes empierrées pendant chacune des dix premières années de l'administration des travaux publics et l'on a perdu un temps précieux. Aujourd'hui des crédits plus largement distribués permettent de développer le réseau à raison de 250 kilomètres par an.

Ce réseau dépassera 1.400 kilomètres à la fin de l'année courante.

Il comportera notamment, sans aucune solution de continuité, les voies suivantes :

	LONGUEURS EN CHIFFRES RONDS
Tunis à Sfax	270 km.
Tunis à Grombalia	35
Tunis à Zaghouan	55
Tunis au Fas	40
Tunis au Kef	175
Tunis à Bizerte	65
Banlieue de Tunis	60
Le Kef à Tabarka	115
Sousse à Djema	18
Sousse à Kairouan	47
Sousse à Moknine	17
Sousse à Mehdia	70
Banlieue de Sousse	20

Ces routes comportent généralement une plateforme de 8 mètres entre fossés et un empierrement de 3 m. à 3 m. 50 ; elles sont plantées aux abords des villes, munies de bornes kilométriques et de poteaux indicateurs. Soixante-treize maisons cantonnières servent de logement aux salariés chargés de l'entretien ; enfin de nombreux ouvrages d'art, dont quelques-uns très importants, assurent l'écoulement des eaux.

Le prix de revient moyen des routes existantes est de 9.000 fr. par kilomètre, chiffre bien inférieur au prix de revient des routes de la métropole (30.000 francs en moyenne). Et encore ce prix s'applique-t-il à des routes construites dès le début de l'occupation, dans des conditions souvent difficiles; actuellement le prix moyen des dernières routes construites est tombé à 6.000 francs ; ce résultat, favorable à bien des points de vue, est malheureusement dû en partie à l'abondance et par suite au bas prix de la main-d'œuvre italienne encore plus employée sur les chantiers que la main-d'œuvre indigène.

Le capital consacré à l'établissement des routes est d'environ 13 millions de francs ; en l'augmentant encore de 3 à 4 millions, on donnerait satisfaction à la plupart des besoins existant actuellement.

Les charges annuelles d'entretien des routes sont à peu près fixes depuis deux ou trois ans, malgré l'accroissement du réseau empierré; elles sont d'environ 600.000 francs. Il convient de signaler à ce propos que les efforts faits depuis 1890 pour généraliser et réglementer l'usage de la prestation en nature permettent de retirer de cette source de revenus 400.000 francs par an, applicables, suivant les besoins, tant au premier établissement qu'à l'entretien des routes.

Les voies empierrées principales que nous avons énumérées plus haut seraient bien évidem-

ment insuffisantes pour les relations d'un pays dont la superficie est environ le cinquième de celle de la France, si l'on ne pouvait utiliser largement les chemins à l'état de nature connus sous le nom de pistes. Dans les parties où le sous-sol n'est ni entièrement sableux, ni entièrement argileux, ces pistes sont généralement très praticables soit aux chameaux, soit aux véhicules à deux roues, connus dans le pays sous le nom d'arabas.

Pour donner une idée de leur situation, il suffira de citer ce fait que, même en l'absence de toute route empierrée entre Sousse et Kairouan, le Decauville (fig. 4) qui relie ces deux villes n'a jamais pu lutter pour le transport des marchandises contre les arabas des indigènes.

En somme, partout où la circulation est peu intense, les pistes rendent de grands services, à la condition expresse qu'on leur consacre peu d'argent et qu'on se borne à assurer le passage sans chercher d'une façon absolue la commodité et la pérennité de la circulation.

Une des premières conditions pour y rendre la circulation possible est l'existence, à des espacements convenables, de points d'eau pour les animaux et d'abris pour les voyageurs. C'est à peu près uniquement à ces deux genres d'ouvrages que se borne la création d'une voie de communication dans le sud de la Régence.

Fig. 4. — *Tramway de Sousse à Kairouan.*
Photographie de M. Meunier.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Citons particulièrement les pistes importantes qui rayonnent de Gafsa sur Sfax, sur Gabès, sur Tozeur et sur Tebessa; celle de Gabès à Médenine et Tataouine, celle de Médenine à Zarzis.

Sept caravansérails avec leur alimentation d'eau ont été établis sur ces diverses pistes à une distance d'environ 40 kilomètres les uns des autres : de son côté l'autorité militaire possède six bordjs où les voyageurs civils peuvent être admis dans certains cas.

V. — Chemins de fer.

Les voies ferrées de la Régence de Tunis peuvent se diviser en trois groupes distincts :

1° Un réseau garanti par le gouvernement français, que nous appellerons le réseau français;

2° Un réseau qui ne jouit d'aucune garantie d'intérêt et que nous appellerons le réseau tunisien;

3° Enfin un réseau italien, c'est-à-dire qui jouit de la garantie d'intérêt de l'Italie.

Le réseau français mesure 220 kilomètres; il comprend les lignes à voie normale de Tunis à la frontière algérienne avec l'embranchement du Pont-de-Trajan à Béja et la ligne de Tunis à Hammam-Lif.

Le réseau tunisien compte environ 413 kilomètres; il comprend la ligne à voie normale de Djedeïda à Bizerte et les lignes à voie d'un mètre de Tunis à Zaghouan, Tunis à Sousse (avec embranchement sur Menzel-Bou-Zalfa et sur Nabeul); Sousse à Kairouan et Sousse à Moknine.

Ces deux réseaux sont réunis, pour la construction et l'exploitation, dans les mains de la Compagnie Bône-Guelma.

Le réseau italien ne comprend que 34 kilomètres et relie Tunis au Bardo, à la Marsa et à la Goulette.

L'historique détaillé de ces trois concessions serait loin d'être dépourvu d'intérêt et fournirait matière à d'amples réflexions, aussi bien à l'amateur d'études sociales qu'au diplomate et à l'ingénieur. Il sortirait malheureusement du cadre de cet article, et nous nous bornerons à donner une idée du régime financier des deux réseaux exploités par la Compagnie Bône-Guelma.

Le réseau français a été établi en vertu de la loi du 8 mai 1877, sur les bases précédemment adoptées pour les lignes algériennes de la Compagnie Bône-Guelma. La Compagnie prenait à sa charge tous les frais d'établissement d'un réseau de 220 kilomètres, moyennant une garantie de six pour cent du capital forfaitaire de construction, soit de 10.122 francs par kilomètre; elle prenait également à sa charge les dépenses d'exploitation moyennant une deuxième garantie fixée par un barème dont le point de départ est de 7.700 francs par kilomètre pour des recettes brutes de 11.000 fr. et au-dessous, et qui décroît ensuite de 70 à 52 % de la recette brute avec maximum de 10.400 francs.

Il nous est difficile de prévoir les jugements que l'opinion publique formulera dans vingt ans d'ici sur les conventions diverses que la Régence de Tunis a passées tout récemment pour l'exécution de ses travaux publics, mais il nous semble impossible que ces jugements soient aussi sévères que les critiques que l'on a adressées à la combinaison financière adoptée en 1877 vis-à-vis de la Compagnie Bône-Guelma.

D'une part, on garantissait un nombre de kilomètres déterminé, d'où prime aux allongements de tracés; de l'autre, sans tenir compte des dé-

penses réelles, on fixait un capital forfaitaire d'établissement qui, après exécution, s'est trouvé sensiblement le double du capital réellement employé, d'où majoration à 12 % de la garantie effectivement accordée ; enfin on fixait un minimum forfaitaire de frais d'exploitation, quelle que fût la recette brute, d'où prime à la non-exploitation.

Pour des recettes kilométriques d'environ 7.000 francs qui représentent la moyenne des dernières années, ce régime financier met à la charge du gouvernement français une garantie totale d'environ 2.400.000 francs par an.

Pour comble de malheur, cette fâcheuse situation a eu sa répercussion sur le second réseau tunisien, pour lequel il n'était point besoin de parler de garantie d'intérêts, puisque le gouvernement du Protectorat avait dans ses réserves les fonds nécessaires pour subvenir aux frais d'établissement. Un certain nombre de membres du Parlement, mus par la pensée louable de reviser les contrats onéreux passés entre le gouvernement français et la Compagnie Bône-Guelma, avaient saisi l'occasion de la création du second réseau, dont la Compagnie désirait vivement la concession, et se refusaient à approuver cette concession si la Compagnie ne consentait pas à des modifications au contrat primitif. Ces difficultés arrêtèrent pendant plusieurs années la construction du réseau ferré, qui retardait lui-même le réseau empierré. Enfin le 12 août 1894, une loi autorisa le gouvernement tunisien à mettre en vigueur les conventions qu'il avait passées en 1892 avec la Compagnie Bône-Guelma pour l'exécution et l'exploitation de ses nouvelles voies ferrées : le Parlement consentait à disjoindre, au grand avantage de la Tunisie, la question de la concession du nouveau réseau de celle de la revision des contrats relatifs à l'ancien.

Le régime des nouvelles lignes est avantageux pour l'Etat tunisien, comme on peut en juger par l'exposé qui suit.

Au point de vue de l'établissement, l'Etat tunisien fournit à la Compagnie les terrains dont elle a besoin ; celle-ci construit les lignes suivant un prix forfaitaire fixé d'avance. Ce prix ne dépasse pas 50.000 fr. par kilomètre pour les lignes à voie d'un mètre ; il est intégralement versé par l'Etat à la Compagnie, mais celle-ci est tenue de mettre en réserve pour les grosses réparations et les renouvellements de voie les économies qu'elle réaliserait en exécution par la différence du prix de revient réel avec le forfait.

Au point de vue de l'exploitation, la Compagnie ne reçoit aucune avance ou subvention de l'État tunisien, mais elle établit un compte où les dépenses sont calculées forfaitairement par kilomètre exploité d'après la formule $1.500 + \frac{R}{2}$, R désignant la recette brute et ne pouvant descendre au-dessous de 3.000 francs. Les insuffisances sont supportées par la Compagnie, mais les excédents, dès qu'il s'en produit, sont affectés à lui rembourser les avances qu'elle a faites, avec intérêt simple à 4.60 %. Ce remboursement opéré, l'excédent des recettes brutes sur le forfait d'exploitation est versé à l'État jusqu'à concurrence du montant de l'intérêt, au taux de 4.60 % du capital de premier établissement. Ces prélèvements faits, s'il reste encore des excédents, ceux-ci sont partagés par moitié entre l'État et la Compagnie.

Ajoutons que les insuffisances qui ne manqueront pas de se produire au début seront prélevées à titre d'avances et avec l'autorisation du Parlement, sur les réserves que la Compagnie s'est constituées au moyen des bénéfices que lui procure le forfait d'exploitation consenti sur le réseau français.

Le réseau tunisien, vigoureusement poussé, depuis que les derniers obstacles qui s'opposaient à sa construction ont été levés, sera entièrement terminé avant deux ans. Depuis le 7 novembre 1896, la ligne de Tunis à Sousse avec ses embranchements est livrée à l'exploitation sur toute sa longueur, environ 150 kilomètres ; la ligne de Djedéida à Bizerte est exploitée depuis la fin de 1894. Le nouveau réseau donnera lieu à une dépense d'environ 25 millions de francs, entièrement prélevés sur les fonds du trésor tunisien.

La mise en exploitation des tronçons actuellement livrés est encore trop récente pour qu'on puisse établir quelques prévisions sur les résultats financiers de cette exploitation. Les tarifs sont un peu plus élevés en Algérie et en Tunisie qu'en France ; ils sont les mêmes sur les deux réseaux exploités par la Compagnie Bône-Guelma. On espère atteindre assez rapidement une recette kilométrique annuelle de 1.200 francs pour les voyageurs et de 2.100 pour les marchandises. Ces prévisions se sont réalisées pour les voyageurs presque dès l'ouverture des lignes, mais le trafic des marchandises atteint à peine 10 % du chiffre escompté, ce qui n'a rien de bien surprenant.

Le matériel du réseau à voie large est analogue au matériel adopté en France ; les vitesses commerciales varient de 20 à 33 kilomètres suivant les trains.

Sur le réseau à voie étroite les vitesses ne sont encore que de 23 kilomètres à l'heure. Le matériel, à couloir central, a reçu du public un excellent accueil.

Ajoutons, pour terminer ce qui concerne la Com-

pagnie Bône-Guelma, que l'ensemble de son réseau est soumis à un contrôle unique, commercial et technique, confié au Directeur général des travaux publics et fonctionnant suivant les bases admises pour le contrôle des chemins de fer de la Métropole.

Aux renseignements que nous avons donnés plus haut sur le réseau italien de la Compagnie Rubattino, nous ajouterons que ce petit réseau ne comporte que des lignes de banlieue et dessert surtout un mouvement de voyageurs. Il n'est que juste de rendre hommage à l'entente parfaite des besoins du public que la Compagnie apporte tant dans la fixation de ses tarifs que dans l'organisation du service de ses trains.

VI. — Travaux d'alimentation hydraulique.

Les travaux que nous venons d'indiquer concernent à peu près uniquement la circulation des produits existants, et à ce titre méritaient la priorité dans les préoccupations du gouvernement; mais les pouvoirs publics ne sauraient se désintéresser de la création de produits nouveaux, agricoles et industriels; à ce point de vue, rien n'était plus urgent que l'aménagement des eaux destinées aux besoins tant des êtres du règne animal que de ceux du règne végétal. De là les nombreux travaux d'adductions d'eaux potables et d'irrigations entrepris par le Protectorat dès le début de son fonctionnement.

Bien que peu difficiles sur la qualité et la quantité des eaux potables, les habitants de la plupart des villes souffraient parfois de ce chef de véritables disettes. Les citernes privées et publiques qui constituaient, à défaut de puits, leur seul moyen d'alimentation, étaient souvent vides et ne pouvaient parer aux nécessités des usages de l'eau même les plus restreints. A Tunis seulement des travaux importants avaient été exécutés, comme nous l'avons dit, et avaient donné lieu à une dépense de plus de 12 millions de francs, moyennant laquelle on disposait d'un volume de 10.000 mètres cubes par jour. Toutefois le gaspillage et l'incurie avaient pris de telles proportions que le Protectorat dut réorganiser complètement cette alimentation hydraulique et en confier l'exploitation à une Société anonyme qui a dépensé près de 3 millions en travaux complémentaires pour Tunis et sa banlieue, dans un rayon de 40 kilomètres.

De même Kairouan, la ville sainte où les disettes étaient particulièrement pénibles, le Kef, Sousse, Sfax, Bizerte, Gabès, Nabeul, etc., ont été successivement dotées de distributions d'eau potable. En définitive, 42 localités renfermant une population totale de plus de 250.000 habitants disposent actuellement ensemble d'un débit d'environ 20.000 mètres cubes par jour; les dépenses faites depuis 1881 dépassent 5 millions de francs. La ville de Tunis entre pour moitié environ dans les chiffres qui précèdent.

Les quelques centres qui ne sont pas encore dotés de distributions d'eau font l'objet d'études aujourd'hui fort avancées, et le programme des alimentations urbaines de la Régence pourrait être complété en peu de temps pour une dépense approximative d'un million.

Au point de vue agricole, l'œuvre à accomplir est moins avancée, comme cela s'explique aisément; elle était d'abord moins urgente, et ensuite, elle a avec les intérêts particuliers des relations trop étroites pour que l'État y possède la liberté d'allure et la sûreté de vues dont il dispose dans les travaux purement d'intérêt public. Du reste, le temps écoulé est loin d'avoir été perdu, car il a permis d'étudier d'un peu plus près les ouvrages d'irrigation laissés par les Romains, ouvrages auxquels, par un effet de perspective bien naturel, on était porté à attribuer un nombre et une puissance qu'ils n'ont pas. On est à peu près d'accord aujourd'hui pour admettre que les circonstances atmosphériques et pluviométriques n'étaient pas, il y a quinze cents ans, sensiblement différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui; on reconnaît aisément, par la simple constatation de la pente et des dimensions des canaux dont on retrouve les vestiges, que nombre de ces ouvrages étaient insuffisants pour des irrigations de quelque étendue et n'avaient vraisemblablement d'autre but que l'alimentation des hommes et des animaux; la multiplicité des citernes, engins tout à fait impropre aux irrigations, confirme cette manière de voir. On peut conclure de tout cela qu'il y a surtout entre l'ancien état de choses et l'état actuel une différence de densité dans la population. Que le peuplement de la Tunisie s'effectue sous la protection de nos lois, et la prospérité antique de ce pays renaîtra d'elle-même. Le rôle des irrigations sera évidemment très important dans cette transformation, et bien des régions sont pourvues de cours d'eau qu'il suffira de barrer et de diriger convenablement.

L'administration n'a pas manqué de faire à ce sujet tous les travaux de reconnaissance et de statistique qui peuvent faciliter les études de ce genre; elle appelle l'attention des propriétaires sur ces questions et se met à leur disposition pour dresser gratuitement les avant-projets sommaires qui permettent de se rendre compte de la possibilité et du prix de revient approximatif des ouvrages.

Enfin elle s'emploie activement à la constitution des syndicats d'arrosage entre particuliers; l'un de ces syndicats pourra disposer à Tebourba de

700 litres d'eau par seconde pris dans la Medjerda et permettant d'irriguer environ 1.500 hectares; d'autres utilisent déjà dans le sud les eaux des puits artésiens que le Service des Mines a forés à Gabès, à Zarzis et dans l'île de Djerba.

Ces puits qui vont chercher la nappe artésienne à une profondeur d'environ 230 mètres, et dont certains débitent plus de 100 litres par seconde, fournissent une eau renfermant de 2 à 4 grammes de sels, mais très suffisante pour les irrigations.

Des forages nouveaux sont exécutés tous les ans, et d'ici peu ils seront assez nombreux pour donner une idée exacte de la configuration de la nappe artésienne dans des régions où tout autre mode d'irrigation serait coûteux ou impraticable.

Fig. 5. — *Aménagement des irrigations dans l'oasis de Gabès.*
Photographie de M. Wolfrom.
Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

A côté des syndicats réguliers que l'administration s'efforce de constituer, citons les syndicats rudimentaires et basés sur les usages qui existent de temps immémorial dans les oasis du sud. Ces oasis doivent leur existence à des cours d'eau, comme celle de Gabès, ou à des sources sommairement captées. La répartition de l'eau se fait par le système le plus primitif; les barrages sont en troncs de palmier; les rigoles et les vannes, en terre meuble; on peut admettre que l'eau n'est utilisée qu'à moitié; la culture principale est celle du Palmier, sous lequel, suivant une description fameuse de Pline, s'étagent des plantations de toute espèce.

Il sera possible de créer à peu de frais de nouvelles oasis et d'augmenter la surface de celles qui existent.

A côté des irrigations on cite les entreprises de desséchement qui leur sont souvent liées. Mais ces entreprises n'offrent pas d'intérêt; la disposition naturelle des terres offre peu de cas à traiter, et dans chacun d'eux, malgré l'absence de difficultés techniques, le prix de revient des terrains obtenus serait, pendant longtemps encore, supérieur au prix d'achat des terres naturelles qui s'offrent à la colonisation.

Fig. 6. — *Avenue de France, à Tunis.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

VII. — Travaux municipaux.

Les organismes municipaux n'ont pas encore en Tunisie une vie propre bien marquée; ils ne subsistent pour la plupart qu'en raison des subventions de toute nature que l'État leur alloue. Ainsi les travaux les plus essentiels à la vie et à la salubrité municipales, ceux d'adduction des eaux potables et d'abduction des eaux usées, sont effectuées par l'État. A côté des adductions que nous avons énumérées, il faut citer l'établissement de réseaux d'égout dont la construction est en cours à Tunis, à Souk el Arba, à Bizerte, a Sousse, à Kairouan et à Gabès. Tunis a déjà dépensé près de deux millions pour son assainissement, qui coûtera environ trois millions Dans les autres

Fig. 7. — *Monument de la Poste et du Télégraphe à Tunis. (Construit par M. Saladin.)*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

centres que nous venons de citer, l'État a dépensé plus de 400.000 francs et continue ses subventions suivant les bases d'un programme régulier.

Des services et des règlements de voirie analogues à ceux des villes de France, existent dans dix localités érigées en municipalités. Quatre localités moins importantes sont pourvues de commissions municipales et dix autres de commissions de voirie. Ces commissions possèdent, d'une façon restreinte, les attributions de nos Conseils municipaux et assurent plus spécialement les services de la voirie, ceux du nettoiement, de l'arrosage et de l'éclairage publics. Ce dernier service est particulièrement bien organisé dans la plupart des villes, et notamment dans celles qui n'ont pas eu la fâcheuse idée de recourir à la lumière du gaz. C'est ainsi que Tunis et la Goulette, éclairées au gaz, dépensent ensemble 143.000 francs par an pour 1.110 becs, alors que toutes les autres localités, éclairées au pétrole, dépensent 58.000 francs pour 1.400 becs, soit trois fois moins à lumière égale. Ce résultat est dû au bas prix du pétrole (environ 0,30 le kilogramme).

VIII. — Batiments civils.

La plupart des localités de la Régence sont dotées des bâtiments qui leur sont utiles, abattoirs, halles, etc.; mais le caractère municipal de ces édifices n'est pas aussi nettement tranché qu'en France, et bon nombre ont été établis aux frais de l'État. Le capital consacré à la construction des bâtiments civils est d'environ neuf millions de francs qui ont permis d'établir 20 abattoirs, dont le prix varie de 5.000 francs jusqu'à un million (Tunis); 11 hôtels de contrôles civils; 30 bâtiments de douane; 10 établissements scolaires; 7 bâtiments de gendarmerie; 17 halles ou marchés; 7 hôtels des postes et télégraphes; 9 geôles ou prisons, et 21 bâtiments divers. Bien entendu, cette énumération ne comprend que les bâtiments neufs et ne s'étend pas aux aménagements des locaux existants, qui ont été encore plus nombreux. Toutes ces installations, desquelles le luxe est entièrement banni, sont, en général, très satisfaisantes comme dispositions, mais insuffisantes comme nombre. Bien qu'un crédit extraordinaire d'un million vienne de permettre la construction à Tunis d'un hôpital civil qui sera mis en service au commencement de l'année prochaine, bien qu'un crédit de 1.350.000 fr. ait été ouvert pour la construction du Palais de Justice de Tunis, de diverses écoles, etc., il faudrait encore environ deux millions pour assurer l'installation complète de tous les services de l'État et de la plupart des services municipaux.

IX. — Conclusions.

Il serait tout à fait absurde de fixer des bornes au développement de l'outillage économique d'un pays; mais il n'est pas défendu de tenter de marquer les phases de ce développement et d'assigner à la phase à laquelle nous collaborons ses limites probables en temps et en argent.

A nos yeux, il apparaît clairement que le gouvernement du Protectorat pourra clore avec ce siècle la première période de son œuvre, celle qui lui aura permis de mettre l'outillage public des parties peuplées de la Régence au niveau de celui des nations civilisées. Alors seulement pourra et devra commencer la période de marche en avant et d'ouverture de régions nouvelles au peuplement et à la civilisation. Appuyés sur une zone côtière dotée de toutes ses voies de communication terrestres et maritimes, il ne sera pas interdit aux spéculateurs aventureux de lancer des voies de pénétration « à l'américaine » dans l'intérieur et le sud de la Régence, et vers ce Soudan arrosé déjà du sang français le plus généreux. Cette œuvre viendra en son temps, et si la première est plus modeste, elle n'en était pas moins nécessaire et ne restera pas sans mérite. Au commencement du XXe siècle, après quinze années d'un travail patient et continu, le Protectorat, sans recourir à aucun emprunt, aura porté à près de 150 millions le capital de son outillage public. Ce capital pourra très vraisemblablement se décomposer comme il suit :

Ports maritimes	38 millions
Phares et balises	2 »
Routes empierrées	15 »
Chemins de fer	65 »
Bâtiments neufs	12 »
Eaux et égouts	12 »
Travaux municipaux, tramways, divers.	4 »

Au moment où l'idée d'un emprunt tunisien est lancée et paraît devoir mériter la plus sérieuse attention, il ne nous a pas paru inutile de consacrer cette étude sommaire à la constatation des résultats obtenus.

E. de Fages,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.
Adjoint à la Direction générale
des Travaux publics, à Tunis.

L'ÉTAT ACTUEL
DES SERVICES SCIENTIFIQUES ET DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE
EN TUNISIE

Le trait caractéristique de l'administration du Protectorat tunisien, — sorte de dyarchie où le pouvoir est partagé entre les indigènes et les représentants de la nation protectrice — se retrouve, comme ailleurs, dans l'enseignement public. L'enseignement musulman, aussi ancien que la Régence, a subsisté après l'établissement du Protectorat. Mais, à côté et indépendant de lui, est né et a grandi un enseignement français, plus approprié aux besoins actuels du pays, sorti pour ainsi dire des exigences mêmes de la situation. Il se distingue de l'enseignement musulman par deux caractères principaux. Ce dernier est fixé par la tradition; l'autre, par l'indépendance relative dont il jouit vis-à-vis de la Métropole, est susceptible d'une adaptation plus intime au pays et à ses besoins. En outre, l'enseignement français garde un caractère pratique, primaire, — le musulman reste une culture, dans son genre supérieure, sans rapports directs avec les nécessités de la vie pratique. Ces réserves faites, l'enseignement français joue en Tunisie le rôle de nos enseignements primaire et secondaire, et l'enseignement musulman, si l'on y ajoute les chaires publiques d'arabe, correspondrait assez bien à notre enseignement supérieur.

I. — Enseignement français primaire et secondaire.

L'enseignement français est encore en grande partie primaire. Le lycée compte une bonne moitié de ses élèves dans cet enseignement. L'École secondaire de jeunes filles, en même temps qu'elle forme des institutrices, prépare aux brevets de l'enseignement primaire. Le collège Alaoui est une école normale d'instituteurs — et le collège Sadiki, réservé aux Arabes, n'est qu'une école primaire supérieure. Il ne peut en être autrement si l'on songe à la nouveauté de notre enseignement dans ce pays de culture et de religion si différentes des nôtres.

L'enseignement français date du Protectorat et de la création de la Direction de l'Enseignement public. Auparavant il n'avait été fait que quelques tentatives isolées. En 1845, l'abbé Bourgade avait fondé à Tunis une école ouverte aux enfants de toute confession et donnant à tous un enseignement commun. Mais cet établissement périclita et dut disparaître après la venue des Frères de la Doctrine chrétienne, à l'appel de Mgr Suter, vicaire apostolique de la Tunisie. Une seconde école de Frères s'ouvrit à Tunis en 1859, une troisième à la Goulette en 1871.

En 1876, le gouvernement tunisien fonda le collège Sadiki. En 1878 fut ouverte la grande école de l'Alliance israëlite. En 1880, le cardinal Lavigerie créa, auprès de la chapelle élevée en l'honneur du roi Louis IX à Carthage, un collège qu'il appela Collège Saint-Louis. En 1881, cet établissement ne comptait pas moins de 50 pensionnaires. Il fut transféré l'année suivante à Tunis sous le nom de collège Saint-Charles.

Pour les filles, la plus ancienne école date de 1843, et fut créée par les sœurs Saint-Joseph de l'Apparition. Cette même congrégation ouvrit des écoles successivement à Tunis, La Goulette, Bizerte, Sousse, Monastir, Mehdia, Sfax et Djerba. En 1882, les sœurs de Sion fondèrent une grande école à Tunis.

Ainsi les établissements scolaires où le français était la base de l'enseignement, se comptaient au nombre de 24 en 1883. 20 étaient dirigés par les congréganistes, les 4 autres (le collège Sadiki et les 3 écoles de l'Alliance israélite) étaient confiés à des maîtres laïques. Aucun d'eux ne recevait de subvention du gouvernement local, qui n'exerçait, du reste, sur eux aucune surveillance.

Tableau I. — Ecoles françaises en Tunisie.

			LAÏQUES	CONGRÉG.
1° ÉCOLES PUBLIQUES				
Ecoles primaires..	de garcons	58	51	7
	de filles...	23	13	10
	mixtes....	10	10	»
Ecoles secondaires	Lycée et collèges.	3	3	»
	Jeunes filles	1	1	»
Totaux.....		95	78	17
2° ÉCOLES PRIVÉES				
Séminaire et collège de garçons.		2	»	2
Ecoles primaires..	garçons...	3	2	1
	filles.....	7	3	4
	mixtes....	2	1	1
Totaux.....		14	6	8

A ces établissements scolaires s'ajoutaient les

écoles italiennes qui comprenaient : à Tunis un collège de garçons et un collège de filles, à la Goulette et à Sousse une école de filles.

Au 1er juillet 1896, le nombre des établissements scolaires français de la Tunisie, publics et privés, était de 109, se décomposant comme l'indique le tableau I (page 1177).

Divisés par nationalités, les élèves de ces écoles, garçons et filles, se répartissent comme le montre le tableau II.

Tableau II. — Répartition des nationalités dans les écoles françaises en Tunisie.

	GARÇONS							FILLES						
	FRANÇAIS	ITALIENS	MALTAIS	MUSULMANS	ISRAÉLITES	DIVERS	TOTAL	FRANÇAISES	ITALIENNES	MALTAISES	MUSULMANES	ISRAÉLITES	DIVERS	TOTAL
Etablissements publics	1115	1290	766	4115	1069	115	8470	826	1034	632	18	878	92	3480
Etablissements privés	227	121	37	7	1206	22	1622	287	212	137	3	904	33	1576

Totaux généraux..... { Etablissements publics : 11.950 garçons et filles.
Etablissements privés : 3.198 » » »
15.148

A la fin de l'année scolaire 1894-1895, la population scolaire de ces établissements d'instruction se divisait comme l'indique le tableau III.

Tableau III. — Nombre des élèves dans les écoles françaises

	GARÇONS	FILLES	TOTAUX
Ecoles publiques	7.625	3.256	10.881
Ecoles libres	1.582	1.478	3.060
Totaux	9.207	4.734	13.941

Le nombre des élèves des écoles publiques a donc augmenté de 1.069, celui des écoles privées de 138; au total, de 1.207.

En 1885, première année où il a été possible de faire une statistique rigoureuse, ces écoles étaient fréquentées par 2.707 garçons et 1.683 filles, soit par 4.390 écoliers au total. Les résultats de 1885 et de 1896 s'opposent d'eux-mêmes et montrent le chemin parcouru. Nous ferons seulement observer qu'en 1883 il y avait à peine en Tunisie 150 élèves musulmans étudiant la langue française : il y en a aujourd'hui 3.585, non compris les adultes.

Matières enseignées. — L'enseignement primaire dans les écoles publiques de la Tunisie comprend l'instruction morale, la lecture, l'écriture, le français, l'arithmétique, les éléments de la géométrie et de la comptabilité, la géographie (spécialement celle du bassin méditerranéen), les éléments de l'histoire de la France et de l'Afrique du Nord, des récits sur les grands hommes de tous les âges, les éléments des sciences physiques et naturelles et leurs applications pratiques, les travaux manuels, le dessin, la musique élémentaire, la gymnastique pour les garçons et les travaux à l'aiguille pour les filles.

Ce programme n'est pas appliqué partout intégralement. On le suit cependant dans les écoles où les Européens forment la majorité. Il indique en tout cas le but à atteindre.

L'emploi du temps est arrêté par l'Inspecteur primaire sur la proposition des directeurs d'écoles. Les écoles sont aménagées selon les ressources qu'a pu fournir le budget tunisien. Le matériel d'enseignement est le même qu'en France. Mais les immeubles ne répondent pas à tous les desiderata. Il y a cependant progrès, et l'on peut espérer bientôt un aménagement suffisant pour les écoles de la Tunisie.

Les quatre établissements d'enseignement les plus considérables de la Tunisie se trouvent tous à Tunis. Ce sont le lycée Carnot, l'École secondaire de jeunes filles, le collège Sadiki et le collège Alaoui ou École Normale d'instituteurs.

Lycée Carnot. — Le lycée de Tunis, auquel on a donné le nom de lycée Carnot en juin 1894, est situé au centre du quartier européen, avenue de Paris. Il occupe une superficie de plus de deux hectares; c'est dire qu'on a pu donner aux bâtiments et aux cours de récréation tout l'espace nécessaire.

Le gouvernement tunisien a fait les plus grands sacrifices pour cet établissement, qui peut supporter la comparaison avec les établissements similaires de la Métropole. Aussi, la population sco-

laire qui s'élevait à 256 élèves en 1890, comprend aujourd'hui 426 élèves répartis comme il suit :

Internes	Demi-pensionnaires	Ext. surv.	Ext. libres
48	19	127	232

Enseig. primaire	Enseig. classique	Enseig. moderne
214	99	113

L'enseignement secondaire classique et l'enseignement primaire y sont donnés conformément aux programmes de la Métropole. L'enseignement secondaire moderne est donné d'après des programmes spéciaux qu'on a établis en prenant pour base ceux de l'enseignement moderne en France, mais que l'on a appropriés aux besoins de la Tunisie.

Il comprend deux divisions : division de grammaire (6e, 5e, 4e) et division supérieure (3e, 2e, 1re). Après la troisième, les élèves peuvent entrer dans la section normale, dans la section commerciale ou dans la section agricole.

L'enseignement de la section normale est conforme aux programmes de l'enseignement moderne de France.

Les sections commerciale et agricole sont propres à la Tunisie et dues à l'initiative de la Direction de l'Enseignement.

La section commerciale comprend deux années d'étude, 2e et 1re. L'enseignement embrasse : les langues française, arabe, italienne, anglaise; l'histoire du commerce et de l'industrie, la géographie commerciale et industrielle; les mathématiques appliquées au commerce; la physique et la chimie appliquées à l'industrie; le droit usuel et l'économie politique; la comptabilité, la calligraphie, le commerce et l'étude des marchandises.

La section agricole comprend également deux années. Elle embrasse dans son enseignement les langues française, arabe, italienne; l'histoire et la géographie économiques, les mathématiques, la physique, la chimie et les sciences naturelles appliquées à l'agriculture; le droit usuel et l'économie politique; la comptabilité agricole et des notions de commerce; le dessin appliqué à l'agriculture.

Au lycée Carnot, au point de vue des nationalités, les élèves se dénombraient ainsi à la fin de 1895-1896 :

Français	Arabes	Israélites	Maltais	Italiens	Grecs	Divers
228	11	115	3	37	8	24

Total..... 426

Ecole secondaire de jeunes filles. — Pour permettre aux familles européennes de faire donner à leurs filles une instruction solide, il fallait créer à Tunis un établissement analogue au lycée Carnot. En même temps, on devait songer à former des institutrices pour les écoles laïques, après les avoir recrutées parmi les meilleures élèves de ces écoles. Ces raisons ont amené la création de l'Ecole secondaire de jeunes filles, installée dans le quartier européen avec tous les avantages du plus moderne confort. L'école de Tunis n'a rien à envier à ce point de vue aux établissements les plus perfectionnés de la France.

L'enseignement y est ainsi réparti :

Classe maternelle destinée aux enfants au-dessous de 4 ans (garçons et filles).

Classe enfantine pour les enfants de 4 à 6 ans (garçons et filles).

Classes primaires pour les filles au-dessus de 7 ans.

Classes secondaires dans lesquelles on ne reçoit les élèves que lorsqu'elles sont pourvues du certificat d'études primaires. Ces classes comprennent cinq années d'enseignement. Les trois premières conduisent à l'examen du brevet élémentaire, les deux dernières au brevet supérieur.

Les programmes de l'enseignement comprennent d'une manière générale les matières suivantes : langue et littérature françaises, langues vivantes (arabe, anglais, italien), morale, histoire, géographie, mathématiques, physique, chimie, sciences naturelles, économie domestique, travaux à l'aiguille, dessin, musique, etc.

L'École reçoit, outre les élèves-maîtresses qui se destinent à l'enseignement, des élèves internes, demi-pensionnaires, externes surveillées et externes libres. A la fin de 1895-96 cet établissement comptait 442 élèves dont :

Externes surveillées	Ext. libres	Internes	Demi-pensionn.
108	308	13	13

II. — Enseignement musulman.

Collège Sadiki. — Le trait caractéristique du collège Sadiki est d'être exclusivement ouvert aux jeunes musulmans. Il leur offre une culture primaire supérieure appropriée à leurs besoins et à leurs moyens. Il complète ainsi heureusement le lycée. Européens au lycée Carnot, musulmans au collège Sadiki trouvent dans la métropole tunisienne l'enseignement auquel ils ont droit et qui leur convient.

Le collège fut fondé en 1876 par le bey Sadiki sous le ministère de Khérédine, et doté de la majeure partie des biens confisqués à l'ancien ministre Si-Moustafa-Khasnadar : biens religieux, inaliénables, dont les revenus couvrent les dépenses d'administration du collège. Depuis le Protectorat, le contrôle français s'exerce sur le collège et ses propriétés, grâce à un Conseil d'administration de 8 membres. Ce conseil joue le rôle du Conseil de

l'Université dans les Universités allemandes. Il dresse le budget, approuve la gestion des biens, crée les chaires, fixe les traitements, etc.

Le collège, autrefois recruté par le tirage au sort — seul moyen alors d'éviter les abus du favoritisme — est aujourd'hui ouvert au concours. Il reçoit 100 élèves qui sont demi-pensionnaires aux frais de l'établissement et 50 internes complètement boursiers. L'enseignement que les élèves sont obligés de suivre se divise en sept classes et comprend : l'étude du français (lecture, grammaire, écriture, littérature), l'histoire et la géographie de la France, des notions d'histoire et de géographie générales, l'arithmétique, le système métrique, la géométrie, l'algèbre, le dessin, les éléments des sciences physiques. L'arabe est naturellement enseigné dans toutes les classes.

Le débouché naturel du collège, ce sont les administrations tunisiennes. Un des anciens élèves est aujourd'hui médecin à Tunis, deux sont géomètres, beaucoup d'autres fonctionnaires (enseignement, finances, contrôles, municipalités).

Collège Alaoui. — Le collège Alaoui est le seul des quatre établissements de Tunis qui soit véritablement ouvert à tous. Européens français et indigènes s'y coudoient. C'est que l'École Normale doit former à la fois des instituteurs français et indigènes.

Fondée en 1884 sur l'initiative de la Direction de l'Enseignement, l'École Normale est la pépinière des instituteurs de la Tunisie. Presque tous les maîtres venus de France y ont passé au moins quelques mois. Aujourd'hui les jeunes maîtres y séjournent encore pour se familiariser avec les méthodes spéciales employées dans les écoles primaires de la Régence ainsi qu'avec la langue arabe, et c'est seulement quand leur stage est terminé qu'ils rejoignent leur poste dans l'intérieur.

L'École Normale donne l'enseignement primaire supérieur, et dans les classes de l'école annexe l'enseignement primaire. L'enseignement professionnel, commercial et agricole, y tient une large place. Les travaux manuels, principalement ceux qui ont rapport au bois et au fer, sont particulièrement en honneur dans l'établissement. En 1889, on a installé des ateliers pour ces travaux pratiques. Ils comprennent une grande salle de dessin, une salle pour le travail du bois, une salle de modelage, un atelier d'ajustage, un atelier de reliure. Déjà plusieurs des élèves ont été reçus à l'école des Arts et Métiers d'Aix. Les notions de travail manuel acquises à l'École Normale sont très utiles aux futurs instituteurs dans les différents postes où ils ont à exercer. La population du collège, 542 élèves en juillet 1896, comprend des externes libres, des externes surveillés, des demi-pensionnaires et des pensionnaires. Parmi ceux-ci comptent les élèves maîtres ou futurs instituteurs. Tous sont boursiers, au nombre de 15 dont 5 Français et 10 indigènes. Leur séjour à l'École peut se prolonger au delà des trois années réglementaires pour leur permettre de compléter leur éducation professionnelle.

III. — Enseignement supérieur.

L'enseignement supérieur en Tunisie est représenté par l'enseignement musulman et les chaires publiques de langue arabe.

L'enseignement musulman est essentiellement religieux. Il débute par une sorte de catéchisme. En effet, le Moueddeb (maître primaire) enseigne aux enfants des Kouttab (écoles musulmanes) à lire et à écrire le Koran, sans l'expliquer ni le commenter (fig. 1). 14.000 élèves suivent cet enseignement purement mécanique, qui n'a, comme on le voit, qu'une portée très limitée. Il a pour objet de mettre seulement l'enfant à même d'acquérir les notions les plus simples de sa religion et d'en apprendre les pratiques.

L'enseignement musulman proprement dit est concentré à la grande Mosquée de Tunis, ou Djama-ez-Zitouna. Cette Université tunisienne rappelle nos Universités des siècles passés, où la Faculté de théologie tenait la première place quand elle n'absorbait pas à elle seule toute la vie de l'Université.

La grande mosquée est administrée par le Cheikh-el-Islam, grand pontife de la religion musulmane, assisté de trois magistrats pris dans les deux rites hanéfi et maléki.

Les professeurs sont au nombre de 44, assistés de 67 maîtres auxiliaires. Ils doivent faire au minimum deux leçons par jour. Généralement ils en font davantage. Actuellement, le nombre des leçons faites chaque jour est de 270. On voit, rien que par ce chiffre, que l'enseignement de la Mosquée n'a de supérieur que le nom. Les professeurs enseignent la science acquise, ils ne la font pas, comme nos chefs de service des Universités françaises. C'est encore une conséquence du caractère religieux de la grande Mosquée. La notion du devenir perpétuel, qui est à la base de toute recherche, échappe au musulman. Pour lui, le Koran, le livre sacré, émane de Dieu et doit tout contenir. Tout part du Koran et tout y ramène.

Les étudiants passent au moins 7 années avant de subir l'examen dit tetoui ou licence qui leur donne accès aux administrations et au professorat. Ils sont logés dans des établissements spéciaux, appelés médraças qui jouent à Tunis les Eton ou les Trinity-College. Il y en a 22 à Tunis avec 450 chambres. Le service intérieur en est réglementé par la Direction de l'Enseignement.

En 1895, 830 élèves suivaient les cours de la Djama-ez-Zitouna, dont 438 logeaient dans des médraças. La bibliothèque, très riche, compte 6.850 volumes prêtés au public autorisé par le Conseil d'administration. Une seconde bibliothèque, fondée par le bey Sadok, possède 3.613 volumes, qui ne peuvent être consultés que sur place.

A côté de cet enseignement musulman auquel il serait délicat de toucher, la Direction de l'Enseignement a créé en 1884 une chaire publique de langue arabe. Cette chaire a pour but de permettre aux Européens d'apprendre l'arabe, non seulement celui qui se parle et s'écrit, mais aussi l'arabe littéraire ou régulier.

Le cours d'arabe parlé, qui prépare au certificat d'arabe parlé, est très fréquenté par les colons, fonctionnaires et officiers, que leur position ou leurs besoins mettent dans l'obligation de converser avec les indigènes. Ce cours est divisé en trois années.

Le cours élémentaire d'arabe régulier prépare au brevet élémentaire d'arabe, brevet établissant que la personne qui l'a obtenu possède une connaissance suffisante des principes de la grammaire arabe (lexicologie et syntaxe) et qu'elle est à même non seulement de communiquer avec les indigènes, mais encore de lire et de comprendre un écrit ordinaire rédigé en arabe régulier et de traduire en style arabe correct un texte français d'un genre simple et usuel.

Le cours supérieur prépare au diplôme supérieur d'arabe. Ce diplôme établit que la personne qui en est pourvue possède, outre les connaissances du brevet, des notions étendues de la syntaxe arabe et des notions élémentaires du droit musulman, de la littérature arabe et de l'administration gouvernementale de la Régence. 154 personnes ont suivi ces cours l'an passé, dont 123 régulièrement : 40 pour l'arabe parlé 1re année, 31 pour la 2e année, 34 pour l'arabe régulier, 18 pour le cours supérieur.

L'enseignement supérieur français possède, lui aussi, sa bibliothèque, fondée en 1885. Elle s'enrichit chaque année, grâce aux dons du Ministère de l'Instruction publique et aux achats de la Direction de l'Enseignement. Son fonds général comprend un nombre assez considérable d'ouvrages sur l'histoire, la géographie, l'archéologie, l'agriculture de l'Afrique du Nord et en particulier de la Régence. Elle compte 2.590 ouvrages ou 5.264 volumes. En 1894, 9.359 ont été communiqués sur place à 3.857 lecteurs : 613 ouvrages ont été prêtés à 166 lecteurs autorisés à emporter les livres à domicile.

Fig. 1. — *Ecole arabe dans une mosquée.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

Une bibliothèque pédagogique circulante a été créée à Tunis et compte un millier de volumes. Le collège Alaoui, ainsi que le lycée Carnot et le collège Sadiki, ont chacun deux bibliothèques, l'une pour les maîtres, l'autre pour les élèves.

L'Alliance française, enfin, a fondé à Tunis une bibliothèque populaire qui dépasse 3.000 volumes à l'heure actuelle, et qui a prêté près de 10.000 volumes en 1895. Des bibliothèques populaires ont été également ouvertes à Bizerte, Sousse, Sfax, le

Kef, Souk-el-Arba. Elles ont prêté 1.580 volumes à 1.051 lecteurs.

IV. — Les sociétés françaises.

A côté de l'Enseignement public, il existe en Tunisie des Sociétés qui collaborent à l'œuvre entreprise par la France et qui ont pour but l'instruction, l'éducation, la culture des lettres, des sciences et des arts.

L'Alliance française tient chronologiquement la première place. Elle est trop connue en France pour y insister. Son Comité régional, fondé en 1884, a créé à Tunis l'œuvre des Cantines scolaires et les Bibliothèques populaires, sans compter les fournitures, les prix, les livres de classe qu'elle a distribués.

La Chorale et l'Harmonie française ont développé à Tunis le goût du chant et de la musique.

L'Union française de la Jeunesse a importé à Tunis l'œuvre si intéressante des cours d'adultes le soir, d'un caractère professionnel et pratique.

Enfin, sans oublier le Cercle tunisien de la Ligue de l'Enseignement aujourd'hui disparu, faisons une place spéciale à l'Institut de Carthage qui, né en 1893, tient aujourd'hui le premier rang parmi les sociétés françaises à Tunis. Les organisateurs ont voulu créer un groupement capable de répondre aux besoins intellectuels de la Régence. La société est divisée en trois sections : sciences historiques, sciences physiques, lettres et arts. L'Institut a commencé dès janvier 1894 la publication d'une revue tunisienne très appréciée des géographes. Deux fois sous ses auspices ont été ouvertes des expositions artistiques qui ont réussi au delà des espérances. C'est l'Institut enfin qui a pris l'initiative d'inviter l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à venir à Tunis tenir son congrès en 1896.

Raoul Versini,

Ancien élève de l'Ecole Normale supérieure,
Ancien professeur au lycée Carnot de Tunis,
Professeur agrégé de Rhétorique au lycée d'Aix.

L'ESPRIT DU PROTECTORAT FRANÇAIS

L'ŒUVRE ADMINISTRATIVE DE LA FRANCE EN TUNISIE

I. — Le Traité

Le 12 mai 1881, vingt jours après l'entrée des troupes françaises en Tunisie, le général Bréart signait avec S. A. le Bey de Tunis, dans son palais de Kassar-Saïd, le traité du Bardo (le palais de Kassar-Saïd peut être considéré comme faisant partie de l'ensemble des constructions du Bardo). Le général, qui avait débarqué à Bizerte dix jours auparavant, avait reçu de Paris l'ordre de se porter en avant jusqu'à une demi-lieue du Bardo et de proposer au Bey de signer sans délai le traité que le ministre des Affaires étrangères, M. Barthélemy Saint-Hilaire, avait préparé de concert avec l'actif et clairvoyant consul de France à Tunis, M. Roustan. Celui-ci venait, le 12 mai au matin, de demander une audience au Bey pour le général Bréart, par une lettre dans laquelle il expliquait le caractère de sa mission : « L'arrangement dont il s'agit, disait-il, assure le maintien de Votre Altesse et de sa dynastie dans le gouvernement de la Régence et ne porte aucune atteinte à son territoire. »

Invité par le général à prendre sa résolution dans la journée même, le Bey, après avoir consulté ses ministres, accepta le protectorat de la France et signa le traité que le gouvernement français ratifia le 27 mai.

On sait comment le retrait prématuré des troupes françaises nécessita un déploiement de forces considérables (50.000 hommes) et une campagne coûteuse en argent et en hommes. Gambetta, qui était alors président du Conseil et ministre des Affaires étrangères, déclarait devant la Chambre maintenir, avec ses conséquences, ce traité « qui ne permettait aucune des deux choses : ni l'annexion ni l'abandon ».

Un homme qui réunissait les qualités du diplomate à celles de l'administrateur, M. Cambon, fut choisi pour organiser ce protectorat et développer le germe des institutions implicitement contenues dans le traité. Il en a obtenu le complément par la convention additionnelle du 8 juin 1883 (traité de la Marsa), ratifié le 10 avril 1884. Quand il a quitté le pays, les grandes lignes du nouvel édifice politique de la Tunisie étaient fixées. Il a eu dans M. Massicault un digne successeur, qui a contribué à compléter l'œuvre.

Récemment le rapporteur du budget du Ministère des Affaires étrangères pour l'année 1896 à la Chambre des députés, M. Merlou, a rappelé le caractère de cette œuvre : « Une nation de civilisation européenne s'est donné pour mission de

rétablir l'ordre, la paix publique et la prospérité dans un pays de civilisation musulmane, et cela, sans faire disparaître le pouvoir local, sans prétendre le remplacer, mais en se contentant de le conseiller, de le contrôler, de le guider. »

II. — Le Bey et le Gouvernement.

Le Bey est, comme il était par le passé, le « possesseur de la Régence » ; c'est en son nom et sous son autorité que se font les actes de gouvernement, conformément aux traditions religieuses de l'Islam et aux usages politiques du pays. La succession au trône est garantie à la famille de Hussein, succession régulière que le Protectorat met à l'abri des révolutions militaires ou populaires, et met même mieux qu'autrefois à l'abri des conspirations intérieures du harem. L'article 3 du traité porte : « Le gouvernement de la République française prend l'engagement de prêter un constant appui à S. A. le Bey de Tunis contre tout danger qui menacerait la personne ou la dynastie de Son Altesse ou qui compromettrait la sécurité de ses États. » La sécurité de la possession est un avantage considérable pour une dynastie de souverains dont le palais, même au temps de leur plus grande prospérité, a été le théâtre de drames sinistres et qui, dans les derniers temps, obérés de dettes, étaient obligés de recourir à une tutelle financière et ne pouvaient qu'avec de grandes difficultés réprimer les soulèvements de leurs sujets révoltés contre la lourdeur des impôts et contre les exactions des collecteurs.

La première condition d'un protectorat, c'est que l'État protecteur soit chargé des relations extérieures de l'État protégé; il en est en quelque sorte le curateur, ayant mission de défendre ses intérêts. En vertu de ce principe, la France est chargée des relations de la Régence avec les puissances étrangères; l'article 6 du traité porte : « Les agents diplomatiques et consulaires de la France, en pays étrangers, seront chargés de la protection des intérêts tunisiens et nationaux de la Régence. En retour, S. A. le Bey de Tunis s'engage à ne conclure aucun traité ayant un caractère international sans en avoir donné connaissance au gouvernement de la République française et sans s'être entendu avec lui. » Le gouvernement français exerce à cet effet un contrôle dans la Régence, comme hors de la Régence.

Les négociations qui ont eu lieu avec les puissances étrangères, notamment avec l'Angleterre, sont la conséquence de ce droit et sa consécration par la diplomatie européenne. Un des derniers actes et un des plus importants de ce genre est la triple convention[1] signée le 28 septembre 1896 par M. Hanotaux, ministre des Affaires étrangères, pour « le Président de la République française agissant tant en son nom personnel qu'au nom de S. A. le Bey de Tunis », et par M. le comte Tornielli Brusati de Vergano pour le roi d'Italie. Le gouvernement italien, qui s'était abstenu jusque-là de reconnaître l'autorité de la France en Tunisie, s'est prononcé : c'est le résultat politique qui domine dans ces conventions. La situation particulière de la France est nettement définie dans l'article 8 de la convention de commerce et de navigation. « Il est bien entendu que le traitement de la nation la plus favorisée dont la jouissance est assurée à l'Italie ne lui donne pas droit au régime douanier qui pourrait être institué entre la Tunisie et la France, mais seulement aux avantages, de quelque nature que ce soit, qui, dans les conditions énumérées au paragraphe précédent, seraient concédés à une tierce puissance quelconque. »

Le Protectorat ne se borne pas là. Les lois qui ont été la conséquence des conventions de 1881 et de 1883 ont constitué un organisme gouvernemental et administratif ingénieux et simple dans lequel se trouvent habilement combinées l'autorité du souverain protégé et celle de l'État protecteur, de manière à assurer à la population indigène le gouvernement par son souverain national, au souverain les conseils de notre civilisation, à la France la haute surveillance sur l'administration musulmane, à la colonie européenne le bénéfice des lois civiles de la France et certains avantages particuliers pour la mise en valeur des richesses naturelles du pays.

Le Bey gouverne. Mais, conformément aux lois, c'est par le Conseil des Ministres qu'est arrêté le budget annuel des recettes et des dépenses, et ce budget est une règle inflexible qui limite l'action du Bey comme celle de l'administration.

Le Conseil est composé de ministres, dont deux, qui étaient les ministres du Bey avant le Protectorat, sont indigènes et nommés par le Bey, et dont les autres sont Français et désignés par leurs fonctions. Les deux ministres indigènes sont le Premier ministre, qui est à la fois Ministre de l'Intérieur et garde des sceaux, et le Ministre de la plume, qui a la justice indigène dans ses attributions. Le Résident général, qui est le premier fonctionnaire français de la Régence, est en même temps le ministre des Affaires étrangères du Bey et le président du Conseil des Ministres; le général commandant le corps d'occupation est en même temps le ministre de la Guerre. Le secrétaire général du gouvernement tunisien par les mains duquel passe toute la correspondance du gouvernement, qui soumet au Premier ministre les lettres à signer et

[1] Convention consulaire et d'établissement. — Convention d'extradition. — Convention de commerce et de navigation.

les expédie lui-même, et qui est chargé de la promulgation des décrets et actes, est un Français. Les finances, les travaux publics, l'enseignement, l'agriculture, les postes et télégraphes sont constitués en services distincts dont les chefs sont des Français et ont voix consultative dans le Conseil.

III. — Le Résident général.

Le Résident général qui, jusqu'en 1885, était désigné sous le titre de Ministre résident, est le représentant de la France et le dépositaire des pouvoirs du gouvernement de la République. Il relève du Ministre des Affaires étrangères du gouvernement français. Il a reçu le pouvoir de promulguer, au nom du Président de la République française, les lois tunisiennes et de veiller à leur application. Il a sous son autorité tous les chefs de service français, y compris les commandants des troupes de terre et de mer.

Il a droit de conseiller officiellement des réformes au Bey et de surveiller l'exécution de ces réformes. C'est par son intermédiaire que s'établissent les relations des différents services avec les ministres de la République.

Il est assisté d'un Résident adjoint et il étend sa surveillance sur la population indigène par l'organe des contrôleurs civils. Ces contrôleurs, qui dépendent de la Direction des renseignements des contrôles civils et de l'agriculture et qui seraient plus logiquement rattachés à la Résidence, sont les rouages essentiels de l'organisme du Protectorat.

IV. — Les Controles civils et l'Administration locale.

Les formes de l'administration indigène sont demeurées. Les caïds ou gouverneurs nommés par le Bey sont toujours les administrateurs des circonscriptions territoriales et des tribus; ils sont chargés de la police générale, de la recette de l'impôt, d'une certaine autorité militaire, et ils ont même des attributions judiciaires. Ils ont pour adjoints des khalifas et pour collecteurs d'impôt les cheikhs. Les fonctions des caïds et les circonscriptions des caïdats ont été revisées et précisées par le Protectorat.

Le contrôleur civil, assisté du contrôleur suppléant, les surveille; il est leur intermédiaire auprès du gouvernement du Bey et, de même que toute la correspondance beylicale passe entre les mains du secrétaire général du gouvernement tunisien, toutes les correspondances et toutes les affaires des autorités locales passent par l'intermédiaire du contrôleur. Rien ne peut donc se faire qu'il ne sache et dont, par conséquent, le Résident général ne puisse être instruit; il connaît les abus et il doit s'appliquer à les détruire ou au moins à les atténuer peu à peu; il veille à la répartition et à la levée des impôts et dispose en réalité de la corvée; il exerce une grande autorité sur les caïds, car il peut les faire destituer; il recommande les candidats: il exerce la haute police, et la gendarmerie indigène (oudjak) est directement sous ses ordres. Il serait peut-être utile d'augmenter le nombre de ces gendarmes pour donner aux colons établis au milieu des campagnes toute la sécurité souhaitable et calmer des inquiétudes que quelques attentats récents leur ont causées. L'institution des contrôleurs, par laquelle le gouvernement français a la main sur la population tunisienne sans que le poids de cette main, qui est celle d'un étranger et d'un infidèle, pèse trop lourdement sur une population attachée à ses traditions, est un instrument peu coûteux et très efficace de police, d'influence et de progrès.

La Tunisie est divisée aujourd'hui en treize contrôles (Tunis, Bizerte, Grombalia, Beja, Souk-el-Arba, le Kef, Maktar, Kasserine, Kairouan, Sousse, Sfax, Gafsa, Gabès) avec sept annexes (Zaghouan, Medjez-el-Bab, Tabarka, Mehdia, Djerba, Tozeur). Dans l'extrême sud, les pouvoirs de contrôleur sont confiés à l'administration militaire, qui a créé le commandement militaire de Gabès, divisé en poste des Matmata et poste de Kebili et le cercle de Medenine avec ses quatre postes : Medenine, Foum-Tatahouine, Zarzis et Ksar-el-Ghardane. C'est principalement avec les Magzden, goums indigènes, que les officiers font la police de la frontière de la Tripolitaine.

Chaque contrôle civil comprend ordinairement plusieurs caïdats. Dans celui de Tunis, par exemple, sont les caïdats de la banlieue de Tunis et celui de Tebourba et de la Sebala et, en outre, l'annexe de Zaghouan.

L'administration indigène tient du caractère patriarcal, surtout dans les tribus; elle est très simple, pour cette raison surtout qu'on administre très peu, les services publics n'existant pas ou étant à l'état rudimentaire. Les deux grandes affaires sont la justice et l'impôt, dont je parlerai plus loin.

V. — L'Administration municipale.

Il n'y avait pas d'organisation municipale, sauf un embryon à Tunis depuis 1858, avant le Protectorat. Plusieurs villes maintenant en ont une. En 1883, la commune de Tunis a été réorganisée; puis d'autres communes ont été instituées avant ou après le décret du 1er avril 1885 qui règle le fonctionnement des municipalités : Bizerte, Sfax, Sousse, La Goulette, le Kef, Mehdia. Sept autres villes ont été pourvues d'une Commission municipale dont les pouvoirs ne sont pas déterminés par une loi : Gabès, Monastir, Kairouan, Beja, Nabeul, Houmt-Souk, Souk-el-Arba. Dix localités avaient,

au commencement de l'année 1896, une commission de voirie : Tozeur, Zarzis, Zaghouan, Tebourba, Gafsa, Medenine, Aïn-Draham, Tabarka, Medjez-el-Bab, Sidi-bou-Saïd.

Les conseils municipaux des sept communes se composent d'un président qui est toujours un indigène et presque toujours le caïd de la circonscription, d'un vice-président français (il y en a deux à Tunis), qui possède la plus grande partie des attributions administratives, et d'un nombre à peu près égal, quand il est possible, de conseillers européens et de conseillers indigènes; le nombre des conseillers est fixé par le gouvernement qui les nomme. A Tunis, il y a un commissariat central et cinq arrondissements de commissaire de police. Trois cheikhs pour les musulmans et un caïd pour les israélites sont chargés de faire exécuter les arrêtés municipaux par leurs administrés.

Les membres des commissions de voirie sont nommés aussi par l'administration; les Européens y sont en général peu nombreux, parce qu'il y a peu d'Européens établis dans ces localités.

VI. — La Justice indigène.

Dans chaque communauté politique, la justice est rendue par le cadi et par le caïd. Le caïd connaît des contraventions de police et des dettes (à Tunis, c'est le ferik qui juge les contraventions), des délits et des affaires personnelles et mobilières qui ne concernent pas le statut personnel et les successions; il cherche en général à concilier les différends par un arrangement à l'amiable, et, s'il ne le peut, il renvoie l'affaire au tribunal de l'ouzara. Le cadi, qui est à proprement parler le juge, mais qui exerce en même temps les fonctions de notaire et quelque peu celles d'officier de l'état civil, connaît des affaires relatives au statut personnel, aux successions, aux habous, à la propriété immobilière. Caïds et cadis sont nommés par le Bey, de qui émane leur pouvoir, et rendent une justice qui, en principe, est gratuite, mais que l'accessibilité des magistrats aux présents rend souvent très coûteuse.

Il n'y a pas de code civil ni criminel ; le Coran, avec les commentateurs qui en ont développé la jurisprudence, est, comme dans tout pays musulman, la source unique du droit.

Le Bey est théoriquement le juge souverain de ses sujets, et, en réalité, c'est à lui ou aux tribunaux qui siègent près de lui que les plaideurs ou les juges appellent et que les affaires, telles que les crimes et certains délits, sont portées directement. Ces tribunaux sont au nombre de deux : l'Ouzara et le Châraa.

L'Ouzara est le tribunal laïque, chargé de toutes les affaires, hors celles qui concernent le statut personnel et la propriété immobilière. Il est divisé en section des affaires civiles etse ction des affaires pénales, cette dernière étant subdivisée elle-même en correctionnelle et en criminelle. Il ne prononce pas le jugement ; il le prépare par instruction sur pièces, audition de témoins, enquêtes, plaidoiries. Quand, en matière civile, les parties ont déclaré qu'après communication des conclusions, elles n'avaient plus rien à opposer à la partie adverse, quand, en matière criminelle, le premier ministre a examiné le dossier, l'Ouzara présente au Bey le projet de jugement à signer. Cette présentation se fait deux fois par semaine. Le Bey étudie d'ordinaire les conclusions avec le Ministre de la plume, entend même les parties et rend le jugement en conformité ou en non-conformité avec le projet. Lorsque le projet contient sentence de mort, le Bey ne peut commuer la peine en travaux forcés que si les plaignants consentent à accepter une composition pécuniaire. Pour coups, blessures, comme pour assassinat, il y a un tarif de rachat : c'est le werhgeld des anciens Germains, le prix du sang ; toutefois un auteur a fait remarquer qu'il s'en distingue en ce que l'institution germanique admettait des compensations différentes suivant la condition des personnes, tandis que le taux musulman est le même, quel que soit le rang de la victime.

Quand la sentence est prononcée, l'exécution suit immédiatement, et le condamné est pendu sur une place toute voisine du Bardo, en présence du Bey.

Cette manière de rendre la justice rappelle la légende de saint Louis sous le chêne de Vincennes et les justices féodales. Elle a le grave défaut de concentrer trop d'affaires à Tunis, de forcer les plaideurs à venir souvent de très loin, des extrémités mêmes de la Régence, de coûter parfois très cher et de décourager les appels. Le gouvernement songe à créer des tribunaux provinciaux de l'Ouzara ; l'obstacle principal est dans la fiction que le jugement est rendu par le Bey. On pourrait peut-être la tourner en augmentant le nombre des membres du tribunal de Tunis et en les envoyant tenir régulièrement des assises dans les provinces.

Le Châraa est le tribunal religieux. Il a dans ses attributions les mêmes affaires que le cadi, l'état des personnes, les successions, la propriété immobilière étant essentiellement réglée par le Coran. Aussi le Châraa a-t-il deux jurisprudences distinctes suivant le rite adopté par les parties, le rite hanefite qui est surtout celui des Turcs et auquel appartient toujours le cheikh-el-Islam, premier magistrat du Châraa, et le rite malekite qui est suivi par la plus grande partie de la population. C'est le défendeur qui a le choix du rite.

Le Châraa n'a pas l'inconvénient d'être unique, comme l'Ouzara; il a dans les provinces de la Régence plusieurs tribunaux composés d'un bach mufti ou président, de plusieurs muftis ou conseillers et d'un cadi; en réalité, c'est le cadi qui juge, à moins que les parties ne sollicitent une délibération du conseil des muftis. A Tunis, il y a deux cadis, un pour chaque rite, et ces magistrats exercent une certaine autorité sur leurs collègues des provinces. Le Bey, d'ailleurs, n'a pas abandonné entièrement son pouvoir judiciaire; si l'arrêt n'est pas prononcé à l'unanimité, il se saisit de l'affaire et décide après avoir examiné les deux opinions.

VII. — Les Impots et la Douane.

Le système général des impôts n'a pas été changé; la population tunisienne y est habituée. Mais la perception et l'administration ont été très avantageusement remaniées; des impôts ont été réduits ou supprimés. L'impôt le plus général, et un des plus productifs, est la medjba, impôt de capitation, qui était de 24 francs par adulte jusqu'en 1892 et qui a été abaissé à 22, puis à 20 francs en 1894. Comme tous les impôts de capitation qui sont forts et qui ne sont pas gradués, celui-ci, qui porte en principe sur tout adulte du sexe masculin, sauf certaines exceptions, pèse lourdement sur les pauvres gens. Au manouvrier qui gagne à peine 1 fr. 20 et qui subit souvent de longs chômages, il prend près du dixième de son revenu brut. Néanmoins, il est payé et l'arriéré, qui montait à 12 et à 15 millions dans la période 1886-1890, n'était plus que de 6 millions, y compris les non-valeurs, en 1896. Il faut se garder de le changer; sa raison d'être, avec une population comme celle de la Tunisie, est dans sa simplicité et dans son existence séculaire.

Des administrateurs pensent même que le Trésor a plus perdu par la réduction d'un sixième qui le prive d'une recette d'environ 700.000 francs, que les habitants, habitués à payer, n'ont gagné en contentement. On doit faire observer à ces critiques que la surveillance du Protectorat a amené plus de sévérité dans la perception et a élevé de 180.000 à 240.000 le nombre des contribuables, qu'elle élèvera peut-être encore[1] et que les nouveaux contribuables n'étaient pas habitués à payer; il est vrai qu'ils peuvent répondre qu'avec les mœurs administratives des musulmans ce n'étaient probablement pas les plus pauvres qui étaient le plus exemptés. Les habitants de cinq grandes villes n'y sont pas assujettis. Leur immunité est-elle bien justifiée?

[1] 240.000 adultes mâles correspondent approximativement (approximation très vague d'ailleurs) à un million d'habitants. et il y a plus d'un million de Tunisiens.

Outre la medjba, les indigènes supportent la charge personnelle de la prestation. De tout temps la corvée a existé en Tunisie; elle était imposée irrégulièrement et inégalement par la volonté des caïds, et les travaux d'utilité publique n'en profitaient guère. Le Protectorat l'a à peu près généralisée dans les campagnes depuis 1886 et il l'a beaucoup mieux employée. Il paraît qu'en général elle est de trois journées et que les contrôleurs ont soin de les demander aux époques où la culture laisse des loisirs aux indigènes. Il serait bon qu'un décret fixât les bases de cette contribution; il paraît juste, si la prestation peut être rachetée en argent, que les Européens qui, certainement, ne profitent pas moins de ses œuvres que les indigènes, supportent une part de la charge[1].

L'achour, le kanoun et la dîme des huiles, sont des impôts directs prélevés sur l'exploitation ou le produit agricole, qui rétablissent en partie la proportionnalité des contributions aux facultés des contribuables.

L'achour est une dîme sur les céréales, dont la valeur est fixée chaque année d'après la récolte. Aussi le produit est-il très variable : 1.622.000 fr. en 1887-1888 et 903.000 l'année suivante; le maximum obtenu jusqu'ici a été de 2.120.000 fr. en 1894. En somme, il paraît augmenter; soit parce que l'établissement des rôles est plus exact, soit parce qu'il y a une augmentation réelle des cultures. Cette dernière cause paraît la plus vraisemblable ou au moins la plus importante; car le nombre des mechias (la mechia, équivalant en moyenne à une dizaine d'hectares, est l'unité culturale en Tunisie) s'est élevé en vingt ans de 40.000 à 60.000 environ. L'administration s'efforce de régulariser cet impôt qui était établi sur des bases différentes dans chaque région et dans l'assiette duquel on a constaté des omissions graves[2]. Il était payable en nature ou en argent, à raison de 30 francs par mechia : en 1895, l'impôt en nature a rendu 1.289.300 francs et l'impôt en argent 706.200 francs. Le paiement en nature occasionnant des pertes et des abus et exigeant une administration spéciale, la Rabta, chargée de conserver et de vendre les grains, l'obligation du paiement en argent a été imposée par le décret du 3 juillet 1895 : c'est incontestablement une amélioration.

Le kanoun est une taxe sur les oliviers et les palmiers-dattiers. Il est perçu d'après un tarif fixe par pied d'arbre. Mais les rôles, qui sont anciens, sont loin de comprendre tous les arbres des régions soumises à cette taxe et de répartir également l'impôt;

[1] Ce à quoi les municipalités ne paraissent pas disposées. Voir 10e session de la Conférence consultative, n° 212.

[2] Ainsi, on a constaté qu'à Nabeul il existait 193 mechias et que 100 seulement avaient payé; à Zaghouan, 243 sur 440.

l'administration a entrepris, en vertu d'un décret du 22 janvier 1894, un nouveau recensement [1]. Il y a d'ailleurs des régions, la banlieue de Tunis, Bizerte, le Zaghouan, l'île de Djerba, etc., qui ne sont pas assujeties au kanoun et qui payent en compensation la dîme des huiles, c'est-à-dire le dixième de l'huile extraite des olives apportées au pressoir; en outre, dans certaines régions, les grignons, c'est-à-dire le résidu du pressage, devient la propriété de l'État. Le produit du kanoun, qui varie peu d'une année à l'autre, a été de 1.423.200 fr. en 1895; celui de la dîme a varié de 616.473 francs en 1885-86 à 1.131.175 en 1888-89.

Les autres impôts directs, la maradjas, qui est établie proportionnellement à la superficie sur les jardins et les cultures forestières dans la région du cap Bon et sur certaines olivettes dans celles de Sfax (40.900 fr., en 1895), les khodors, taxe d'abonnement sur les palmiers, herbages, fruits, dans l'île de Djerba (61.600 fr.), qui doit être remplacée par un impôt foncier après la confection du cadastre, la caroube, taxe du seizième (6,25 °/₀) sur le revenu locatif ou sur les loyers effectivement payés des immeubles (59.200 fr.), dont l'État a abandonné le produit aux municipalités (excepté dans la banlieue de Tunis, à Monastir, à Kairouan), les patentes (27.100 fr.) sont d'importance secondaire.

Les droits sur les immeubles (371.400 fr. en 1895) [2] et les droits de timbre sur les actes (458.700 fr.) sont plus productifs. Par diverses réformes dans l'assiette, particulièrement par le décret du 2 novembre 1893, l'administration s'était appliquée à simplifier le droit de mutation et l'avait ramené du taux de 7,25 °/₀ à celui de 4 °/₀ et même de 0,2 pour les mutations entre vifs, à titre gratuit, ou après décès en ligne directe ou entre époux. La question des droits d'enregistrement et de timbre a été l'objet de vives controverses pendant le premier semestre de l'année 1896, depuis la promulgation d'un premier décret du 30 décembre 1895 qui modifiait ces droits jusqu'à celle des décrets du 20 juillet 1896, qui, après examen et avis favorable de la totalité ou de la majorité de la Conférence consultative, ont définitivement établi ces impôts : « Tels qu'ils sont présentés maintenant, dit le rapporteur de la Conférence consultative, ces projets, loin de constituer de nouvelles charges dans le but de fournir des ressources nouvelles, ne sont en réalité que la péréquation, sous une forme plus simple, des anciens droits de timbre, lesquels, à raison de leur élévation, constituaient, sans offrir les avantages que procure l'enregistrement, un véritable droit d'enregistrement. »

L'industrie et le commerce paient les mahsoulats et les droits de douanes. Les mahsoulats sont des taxes nombreuses, diverses et compliquées, exploitées pour la plupart en fermes, payables soit au moment de la fabrication, comme pour la chaux, la brique, le savon, soit à l'entrée en ville en manière d'octroi, comme à Tunis, à Bizerte, à Sfax, pour les grains et légumes, soit sur le marché, comme pour le poisson à Tunis. L'administration, qui déjà les a simplifiés et qui a, dans certains cas [1], substitué le système de la régie à celui de la ferme, étudie les moyens de les simplifier davantage [2]. Ils ont rapporté 2.818.000 francs en 1895, dont près de la moitié par régie.

Les droits de douanes portent sur l'exportation comme sur l'importation; l'exportation rendait naguère même plus que l'importation : en 1884-85 le produit a été de 1.984.303 francs à l'exportation et de 735.233 à l'importation [3]. Ce système, qui rappelle celui des temps féodaux, était un grand obstacle au développement du commerce extérieur. L'administration a peu à peu réduit de 62 à 14 le nombre des articles [4] portés au tarif d'exportation, sacrifiant ainsi une recette qu'elle évalue à deux millions de francs (dont 1.700.000 pour les céréales et le bétail). Néanmoins le progrès du commerce a soutenu la recette à 1.383.600 francs en 1895. Les droits d'importation ont rapporté la même année 2.216.300 francs, recette triple de celle de 1884-85. Les droits sur les vins et les spiritueux (167.200 fr. en 1895), comptés à part et perçus à raison de 10 °/₀ de la valeur, quand ils sont destinés au commerce, et de 3 °/₀, quand ils sont directement importés par le consommateur, s'ajoutent à ce total.

La question des douanes est une de celles qui préoccupent vivement aujourd'hui les colons tunisiens, partagés entre le désir d'ouvrir à leurs produits le libre accès du territoire français et de ne pas compromettre le revenu que leur tarif douanier procure au Trésor tunisien. Le système de l'assimilation douanière, c'est-à-dire de l'unité complète de la Tunisie avec la France sous le régime du tarif douanier de 1892, est trop contraire au second pour

[1] Les plantations nouvelles doivent être exemptées pendant vingt ans.

[2] Les droits de mutation se sont exceptionnellement élevés à 805.491 francs en 1894; je ne connais pas la cause de cette augmentation.

[1] Depuis 1893.

[2] Un projet de refonte des mahsoulats a été présenté à la conférence consultative en 1894. La question a été discutée pour les huiles et les céréales à la session de juin 1896.

[3] La Tunisie n'est pas le seul pays placé sous l'autorité de la France dont une partie notable du revenu provienne d'un droit à l'exportation. En Cochinchine, par exemple, le droit d'exportation sur le riz est important. Mais la Cochinchine est à cet égard dans une situation autre que celle de la Tunisie.

[4] D'après *La Tunisie*. II *Agriculture, Industrie, Commerce*, p. 226. Dans le tome II, *Histoire et description*, p. 97, il est dit que le nombre des espèces de produits frappés d'un droit était de 40 et qu'il n'est plus que de 13.

plaire à la majorité. Le système de l'union, c'est-à-dire un système qui admettrait réciproquement en franchise les produits de la Tunisie en France et ceux de France en Tunisie, mais en imposant davantage les produits étrangers et qui prélèverait sur certains articles d'importation, même de provenance française, un droit de consommation, est celui qui paraît avoir le plus de chances de réussir; mais, pour le faire accepter, les colons tunisiens, qui sont protectionnistes à leur manière, auront à compter avec le protectionnisme français. Récemment le Résident général a dressé et le Gouvernement tunisien a promulgué par décret du 28 septembre 1896 un tarif général des douanes applicable aux produits originaires des pays qui n'avaient pas de convention antérieure avec la Régence. Ce tarif, qui ressemble beaucoup au tarif français de 1892, tout en portant un certain nombre de droits plus élevés (comme pour les peaux brutes, le beurre, l'ivoire, — le raisin est prohibé), et quelques droits moins élevés (comme pour le café) paraît être un acheminement vers cette union.

La medjba, impôt sur les personnes, n'atteint pas les Européens. Naturellement les impôts sur les choses et sur les transactions sont supportés par les Européens comme par les indigènes.

VIII. — Propriété, Immatriculation et Culture

M. Chailley-Bert a fait connaître, dans un article de la *Revue*, l'état de la propriété indigène et les modes d'amélioration de la terre; M. Grandeau, dans un autre article, a exposé l'état de la culture.

Ils ont montré comment la population tunisienne et surtout le vieux fonds berbère était attaché à la terre, comment, dans toute la région du nord et dans le Sahel, malgré de grands « enchirs » dont la moyenne ne paraît pourtant pas dépasser 300 hectares de labour, la petite propriété d'une étendue de 30 à 60 hectares dominait en Tunisie; comment l'étendue était bien moindre dans les cultures maraîchères des environs des villes et dans les olivettes; comment la petite culture, réduite souvent à une mechia et pratiquée surtout par des khammès, était plus générale encore, particulièrement dans la vallée de la Medjerda; comment dans le sud, où les mœurs arabes prévalent et où le climat se prête peu à la culture des céréales, c'était au contraire (sauf dans les oasis) la grande propriété qui, à partir du parallèle de Kairouan, dominait avec des enchirs de plus de 1.000 hectares, d'immenses pâturages et des territoires qui sont des propriétés indivises de tribus; comment, outre la propriété individuelle et la propriété collective des tribus, se trouvaient de nombreuses propriétés inaliénables, formant le domaine des habous publics et privés, dont beaucoup sont affermés en enzel, c'est-à-dire à bail perpétuel sous condition d'une rente foncière; comment était constitué le domaine public de l'État, qui est inaliénable aussi et dont les forêts fournissent le principal revenu, et le domaine du Bey qui comprend, outre les propriétés déterminées, toutes les terres vagues de la Régence.

Dans un tableau général de l'administration tunisienne, il est nécessaire de rappeler ces traits, sans y insister davantage. Il est nécessaire de rappeler aussi l'immatriculation, dont a traité M. Chailley-Bert et dont j'ai moi-même parlé ailleurs,[1] parce qu'elle a eu, sur la constitution de la propriété foncière et sur l'acquisition de la terre par les colons, une influence heureuse qu'il importe de bien faire comprendre.

La loi musulmane et la coutume tunisienne étaient un grand obstacle à l'acquisition de la terre par des colons français; la nature diverse des propriétés, la complexité et l'enchevêtrement des droits, les privilèges de retrait lignager ou de préemption par le fait du voisinage, l'incertitude des titres souvent remplacés par de simples actes de notoriété, l'absence de description précise des immeubles, les servitudes et hypothèques inconnues auxquelles s'ajoutent parfois la mauvaise foi et la fraude, rendaient précaire tout achat et écartaient les acheteurs. Or il était important, pour l'établissement solide de la colonisation et pour l'autorité de la France en Tunisie, que l'accès de la propriété fût facilité et qu'un grand nombre de Français se trouvassent liés par la propriété au sol tunisien et intéressés par un intérêt foncier et personnel à la prospérité du pays.

M. Yves Guyot recommandait alors l'Act Torrens appliqué en Australie. M. Cambon s'en inspira et, après examen, promulgua les lois sur la propriété foncière du 1er juillet 1885 et du 16 mai 1886 qui ont établi en Tunisie le système de l'immatriculation.

Par ce système, tout acquéreur peut demander que l'abornement et la description de la propriété soient faits, que les charges, hypothèques et autres droits réels, soient, — après enquête publique et jugement, s'il y a contestation, par un tribunal mixte spécial, — apurées et inscrites; il reçoit ensuite le titre qui porte la description et l'énumération des charges, s'il y en a, et devient la constitution légale de la propriété; contre lui aucune revendication pour des droits antérieurs n'est admise et les charges postérieures ne valent qu'autant qu'elles sont inscrites sur le titre même. L'immatriculation s'applique à la propriété d'un enzel comme à celle d'une propriété foncière.

Depuis que les droits qui étaient d'abord trop

[1] Voir le *Bulletin de la Société de Géographie commerciale*, 7e et 8e fascicules 1896, et *Mémoires de la Société nationale d'agriculture*, 1896.

lourds ont été réduits (décret du 16 mars 1892), les immatriculations ont rapidement augmenté en nombre. D'après la statistique que m'a communiquée M. Piat (et que j'ai donnée dans un autre recueil), le nombre des demandes s'élevait à la fin de l'année 1895 à 2.014 pour 628.616 hectares, représentant une valeur de 50 millions et demi de francs; 919 immatriculations représentant 143.212 hectares et près de 21 millions de francs, étaient terminées; les autres étaient en voie d'exécution. Sur les 143.212 hectares immatriculés, 87.212 l'ont été au nom d'Européens et 56.000 au nom d'indigènes. L'immatriculation a donné la sécurité à la propriété et a, par suite, beaucoup facilité les transactions et la colonisation. La terre y a certainement gagné en valeur, et les indigènes dont on constate qu'un certain nombre a déjà fait immatriculer ses domaines, comprendront peu à peu les avantages de cette institution.

La délimitation, qui est une condition de l'immatriculation, s'applique aussi à d'autres cas. Le service topographique a entrepris la délimitation du domaine public, sur le rivage du port de Tunis, à Bizerte, à Gabès, etc., la reconnaissance des biens habous, dont les croquis étaient terminés en juin 1893 sur 10.160 hectares et celle des immeubles domaniaux qui est faite sur 221.000 hectares, la régularisation cadastrale des terres sialines dont les prises de possession antérieures à 1871 ont été déclarées seules valables, le cadastre fiscal de l'île Djerba. La carte qui a été dressée de ces opérations présente, depuis la côte septentrionale jusqu'à la latitude du Kef, un damier déjà serré de propriétés immatriculées, de propriétés domaniales reconnues et de biens habous reconnus, particulièrement dans la vallée de la Medjerda, dans les environs de Tunis, autour du Zaghouan et au sud de Medjez-el-Bab.

Le Protectorat n'a changé ni la constitution sociale ni les bases fondamentales de l'impôt, ni les modes de propriété et d'amodiation traditionnels, ni l'esprit de la population musulmane dont elle respecte le souverain et la religion; il eût été impolitique de le tenter. Mais il a amélioré la répartition des impôts, atténué les vexations des puissants et procuré aux indigènes, outre certains avantages directs, le bénéfice indirect d'un emploi plus intelligent des deniers publics pour l'intérêt général. Il a rendu à la colonisation l'immense service de donner par l'immatriculation la sécurité à l'acquisition et à la possession de la propriété foncière.

IX. — La Justice française

Outre la réforme de l'administration tunisienne opérée par le concert du Bey et du gouvernement de la République, le Protectorat impliquait la création d'une administration spéciale pour les Français.

La justice a été une des premières administrations de ce genre qui aient été régulièrement organisées. Une loi française du 27 mars 1883 a créé un tribunal de première instance et six justices de paix qui furent compris dans le ressort de la cour d'Alger, et un décret du Bey rendu le 5 mai 1883 autorisa les nationaux des États dont les tribunaux consulaires seraient supprimés, à devenir justiciables des tribunaux français. En effet, plusieurs puissances européennes avaient, en vertu de capitulations, des tribunaux consulaires investis du privilège de juger leurs nationaux, même dans leurs différends avec des Tunisiens, excepté toutefois en matière immobilière. Cette juridiction spéciale, qui était une garantie utile contre la partialité de la justice musulmane, était devenue aussi une source de conflits et d'abus préjudiciables à l'ordre. La garantie était superflue depuis l'établissement de tribunaux français, et comme les abus subsistaient, le gouvernement de la République négocia avec les puissances la renonciation à leur justice consulaire à laquelle toutes ont aujourd'hui octobre 1896) consenti à la suite de l'Angleterre.

Il y a aujourd'hui dans la Régence deux tribunaux de première instance, l'un à Tunis, l'autre à Sousse (créé en 1887), et dix justices de paix, deux à Tunis, une à Bizerte, au Kef, à Souk-el-Arba, à Grombalia, à Sousse, à Sfax, à Gabès, à Kairouan. En outre, le contrôleur civil exerce provisoirement les fonctions de juge de paix dans cinq localités (Ain-Draham, Maktar, Djerba, Tozeur, Gafsa[1]).

Les tribunaux de première instance exercent la justice civile, correctionnelle et commerciale; ils ont, en outre, la compétence administrative pour juger les différends des particuliers avec l'Etat. Ils jugent en premier ressort toute affaire qui est dans leurs attributions, et en dernier ressort jusqu'à la valeur de 3.000 fr. les affaires personnelles et mobilières, et jusqu'à 120 fr. de revenu les affaires immobilières.

Ils se constituent en tribunal criminel composé de trois de leurs juges et de six assesseurs tirés au sort qui délibèrent en commun; ils tiennent tous les trois mois des assises à Tunis et à Sousse, pour juger les affaires qui leur sont déférées par la chambre des mises en accusation. Quand un des accusés est Français, tous les assesseurs doivent être Français; dans les autres cas, la moitié des assesseurs se compose de Tunisiens, d'Italiens, etc., suivant la nationalité de l'accusé, système ingénieux qui donne une garantie aux

[1] Le traitement des magistrats, payé par le Trésor français, lui est remboursé par la Tunisie.

diverses nationalités juxtaposées dans la Régence et qui peut être mis, sans désavantage, en parallèle avec le système du jury en France.

Les juges de paix ont la juridiction étendue qui leur est attribuée en Algérie, jugeant en dernier ressort jusqu'à 500 fr. et jusqu'à 1.000 en première instance ; ils ont même, dans les villes où il n'y a pas de tribunal, la connaissance de certains délits jusqu'à 500 fr. d'amende.

Pour établir la situation vraie d'une propriété dont le propriétaire demande l'immatriculation, il a été créé en 1885 un tribunal mixte dont j'ai parlé plus haut, mi-partie français, mi-partie tunisien, présidé par un juge du tribunal, qui juge les revendications des personnes prétendant avoir des droits sur l'immeuble et prononce, s'il y a lieu, l'immatriculation avec inscription des droits réels dont cet immeuble est grevé.

La compétence de la juridiction française s'étend en matière civile et commerciale : 1° à tous les procès entre sujets ou protégés des nations européennes, quelle que soit la nature du litige, lors même qu'il s'agit d'immeubles ; 2° aux procès en matière mobilière (mais non immobilière et de succession) entre les susdites personnes et les Tunisiens ; 3° à tous les procès concernant les immatriculés, quelle que soit la nationalité des parties ; 4° aux procès entre les susdites personnes et le domaine public ; 5° aux procès entre les susdites personnes et les administrations tunisiennes. En matière pénale, elle s'étend : 1° à tous les crimes, délits et contraventions commis par les susdites personnes ; 2° à ceux commis par des Tunisiens dans le dessein d'entraver l'exercice de la justice française ou l'exécution de ses jugements ; 3° à ceux commis par des sujets tunisiens, lorsqu'un des complices ou une des victimes appartient à une nationalité européenne.

Les magistrats sont assistés d'interprètes. Le barreau est accessible aux Européens et aux Tunisiens, comme aux Français. Des défenseurs, nommés par décret du Président de la République, remplissent les fonctions d'avoué et ont droit de plaider. Auprès du tribunal est un bureau d'assistance judiciaire. Chaque nationalité conserve son statut personnel et chacun est jugé conformément aux lois de son pays.

Il serait avantageux de simplifier la procédure, celle du code français étant trop compliquée, trop lente et encore trop coûteuse ; des magistrats se préoccupent de cette question.

Par l'ensemble de ces dispositions, l'autorité française et la justice française sont associées sans que les autres nationalités puissent se croire ou se dire opprimées, et le contact, dans le prétoire, de personnes appartenant à ces nationalités diverses doit contribuer à la longue à atténuer les préjugés d'antagonisme. Il reste sans doute encore des améliorations à introduire, et, parmi celles qui sont le plus désirées à Tunis, je citerai le rattachement de la Tunisie à la cour d'Aix, ou mieux, s'il est possible, la création d'une cour d'appel à Tunis. Mais l'œuvre est en bonne voie et la besogne s'accroît ; le tribunal de Tunis qui, en 1883, année où la juridiction française a été établie, avait jugé 433 affaires et prononcé 23 référés, a, en 1894, prononcé 3.600 jugements et 2.027 référés.

X. — Travaux publics. Postes et télégraphes. Instruction publique

J'ai insisté sur la justice parce qu'elle est d'importance capitale pour les intérêts français dans le système du Protectorat. Je ne dirai qu'un mot des travaux publics, du service postal et télégraphique, de l'enseignement, quoique leur importance soit très grande aussi, parce que mes collaborateurs ont traité ce sujet avec compétence

On peut dire que la Tunisie est redevable à la France de ses moyens de communication. Avant le Protectorat, la Tunisie possédait les 196 kilomètres du chemin de fer de Ghardimaou à Tunis, construits par une compagnie française avec la garantie de l'Etat français, et les 33 kilomètres du chemin de fer Tunis-la Goulette-le Bardo-la Marsa achetés en 1880 par une compagnie italienne. Mais, à part 4 ou 5 kilomètres de la route de Tunis au Bardo, il n'y avait aucune route ; les voitures, quand elles pouvaient passer, ne circulaient que sur des pistes. Or au 1er janvier 1896, il y avait sur le territoire tunisien environ 500 kilomètres de voies ferrées et 1.176 kilomètres de routes à l'état d'entretien ; le système des prestations en a beaucoup facilité la construction. Les côtes étaient éclairées par des phares ; les ports de Bizerte et de Tunis étaient achevés ou presque achevés et on travaillait à créer ceux de Sousse et de Sfax.

Les routes ne sont pas encore suffisantes et il importe de s'occuper, en même temps que des routes, des chemins vicinaux qui n'existent pour ainsi dire pas, et dont le développement exerce toujours une influence considérable sur le développement de l'agriculture.

Au moment de l'entrée des troupes françaises en Tunisie, il y avait douze bureaux de postes et télégraphes dans la Régence, et le service de distribution était très limité et tout à fait rudimentaire. Aujourd'hui Tunis possède un bel hôtel des postes que quelques critiques ont même accusé d'être trop dispendieux ; soixante-quatre recettes des postes et cent cinquante-six agences de distribution fonctionnent, grâce au concours d'institu-

teurs, de chefs indigènes, de Pères blancs, de colons ; il y a cinquante-cinq bureaux télégraphiques ; il y a des voitures dont les voyageurs profitent ; il y a un service de colis postaux, un réseau téléphonique de 453 kilomètres, une caisse d'épargne postale. Les lettres sont taxées à 10 centimes, les cartes postales à 5, et le nombre des correspondances a passé en 14 ans de 1 à 12 millions. Ces chiffres mesurent l'étendue du service rendu au commerce et aux relations sociales. On en comprend toute la portée morale quand on sait avec quelle défiance ombrageuse la population indigène avait accueilli les premières installations; en 1863, elle avait coupé les fils, arraché les poteaux, menacé de mort les agents, et on avait vu se renouveler ces scènes en 1881 au moment de l'occupation française.

Les voies de communication et particulièrement les chemins de fer sont un des plus puissants agents de colonisation et de progrès économique : tout le monde est d'accord sur ce point. Mais, pour construire un chemin de fer, il faut des capitaux que, d'ordinaire, on ne se procure qu'en offrant des garanties soit par des espérances de trafic, soit par une couverture de l'Etat. Le trafic n'est pas encore assez développé en Tunisie pour qu'on puisse en attendre ce service; mais l'Etat a certaines réserves où il peut puiser. On a pensé en Tunisie que, dans l'état actuel, les lignes les plus urgentes étaient celles qui, des ports, pénétreraient dans l'intérieur vers l'ouest et qui donneraient ainsi aux produits de l'agriculture et des mines le débouché le plus direct : c'est le plan que le Résident général, M. Millet, a adopté et qu'il espère réaliser au moyen d'un emprunt dont les recettes actuelles permettraient de servir l'intérêt et l'amortissement.

Le sud se plaint d'une inégale répartition des faveurs du budget [1]. Il a peut-être quelques motifs de parler ainsi. Mais il fallait commencer quelque part l'œuvre des travaux publics, et il était sage d'éviter l'éparpillement des crédits ; or, on a commencé par le nord qui était le plus riche et le plus peuplé, et il était logique que tout d'abord Tunis, centre des services, prélevât une forte part.

En 1881, la Tunisie était un peu mieux dotée d'écoles françaises que de routes, parce que ces écoles étaient toutes, à l'exception du collège Sadiki, des fondations européennes; on comptait 24 établissements, dont 20 étaient dirigés par des congréganistes, dans lesquels on enseignait en langue française ; il y avait aussi des écoles italiennes. En 1894-1895, il y avait 106 établissements français, dont 94 établissements publics, et 12 établissements privés, 97 écoles primaires et 9 établissements secondaires ; 13.941 élèves y recevaient l'instruction, tandis qu'en 1885 ce nombre n'était que de 4.390 et, ce qui est digne de remarque, c'est que sous cette discipline française, on trouve 3.585 musulmans, 3.914 israélites indigènes, 2.334 italiens, etc. L'école normale du collège Alaoui prépare de jeunes musulmans aux fonctions d'instituteur et les exerce au travail manuel.

Il n'est, par conséquent, pas surprenant que le budget de l'enseignement ait passé de 113.882 fr. (1884) à 706.409 (1893).

On a critiqué l'application d'un enseignement français aux indigènes. Sans doute, parmi les élèves sortis de ces écoles, il y a des déclassés. Il convient de s'en préoccuper, surtout pour les filles, et de donner, autant que possible, une direction pratique à l'éducation. Mais il ne me semble pas douteux que la diffusion de la langue française et des connaissances élémentaires parmi les hommes ne soit un avantage pour le Protectorat et pour la population indigène.

Il y a des écoles italiennes qui, par le bénéfice de l'exterritorialité, ne sont pas sous l'inspection immédiate de la Direction de l'Enseignement [1]. A côté de l'enseignement français subsiste, dans les Kouttab, écoles primaires, et les mosquées, écoles supérieures, l'enseignement arabe, presque exclusivement fondé sur le Coran, que la Direction de l'enseignement a la sagesse de respecter en le surveillant et en se réservant la nomination des maîtres ; à partir de l'année 1897, la langue française sera une des matières obligatoires de leurs examens.

Au nombre des améliorations que l'on peut conseiller à l'administration tunisienne et qui intéressent l'instruction, les travaux publics et la plupart des services, je place volontiers la publication périodique, tous les ans ou seulement tous les cinq ans, d'un état de situation général et détaillé, comprenant tous les services et les données numériques qui peuvent être utilement recueillies sur la situation économique du pays. Sans doute l'administration fait de temps à autre des publications partielles ou générales [2] et, en 1896, le Résident général, M. René Millet, qui ne perd aucune occasion d'éclairer l'opinion publique, a fait distribuer au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences un document très instructif en quatre volumes, — *la Tunisie*, dont je me suis beau-

[1] A la 10e session de la Conférence consultative (215) M. de l'Espinasse-Langeac a fait remarquer que depuis le début, 80 °/₀ des sommes affectées aux travaux publics avaient été dépensés dans le nord de la Régence.

[1] Excepté en matière d'hygiène et d'ordre public, depuis la convention du 28 septembre 1896.

[2] Par exemple la *Statistique générale de la Tunisie* 1891-1892.

coup servi pour composer le présent article. Mais ces publications ne tiennent pas la place d'une publication régulière, qui embrasserait l'ensemble et serait dressée chaque fois sur un plan uniforme facilitant les comparaisons. On saurait quel est le chiffre de la population, sur lequel on n'est pas fixé, quelle en est la répartition et quels peuvent en être les mouvements (j'entends par là les grands déplacements, et non la natalité et la mortalité, qu'on ne saurait demander encore à une population musulmane), quelles sont les cultures et quels progrès elles font, etc. [1]. Assurément on n'obtiendrait les premières fois que des chiffres d'une valeur très médiocre ; mais peu à peu, si les contrôleurs civils prenaient au sérieux cette besogne, ces chiffres se rapprocheraient de la réalité et éclaireraient l'administration en même temps que l'opinion. J'ai souvent rappelé dans mes cours et dans mes écrits : « On n'administre bien que ce qu'on connaît bien [2] » et je le répète volontiers en ajoutant qu'en faisant connaître, on inspire confiance.

Fig. 1 — *Campement de soldats français sous les murs de Sfax.*
Photographie de M. Garrigues. — Photogravure de MM. Rougeron, Vignerot et Cie.

XI. — L'Armée

Un des devoirs du Protectorat est d'assurer la paix dans l'Etat protégé et le respect de l'Etat protecteur. C'est la fonction de l'armée française.

La Tunisie a eu, au temps d'Ahmed Bey et de Si Mohammed Sadok, une armée organisée sur le modèle français ; mais cette armée, étant trop coûteuse, n'était pas payée et on avait dû en grande partie la licencier. Par la réorganisation de 1883, le Bey n'a conservé qu'une garde beylicale de 600 hommes [3], infanterie, cavalerie, artillerie et musique, et la dépense est réduite à la somme de 615.000 francs budget de 1896), dans laquelle sont compris l'état-major du souverain et les pensions militaires.

Le recrutement avait été institué par une loi beylicale de 1860 ; mais il ne fonctionnait pas. Le Protectorat l'a rendu peu à peu effectif et l'a étendu aujourd'hui à la plus grande partie du territoire. Les jeunes gens recensés sont soumis à l'appel de 18 à 22 ans et tirent au sort ; ils peuvent se faire remplacer. Ils servent deux ans. C'est par ce moyen que se recrute non seulement la garde beylicale, mais les 26 marins de service des ports, les 8 cavaliers de la ghaba chargés de garder les olivettes et les 1.620 hommes des deux régiments qui font partie du corps d'occupation, le 4e tirailleurs et le 4e spahis. Ces deux régiments ont pris leurs numéros comme s'ils faisaient suite aux régiments algériens. Les hommes sont, en général, bien constitués. Nous avons remarqué leur bonne allure et leurs officiers nous ont affirmé qu'ils étaient d'excellents soldats. Le Résident général nous faisait observer qu'il serait plus exact de nommer ces régiments 1er tunisien, car ils constituent une création nouvelle toute formée de sujets tunisiens.

Le corps d'occupation comprend, outre ces deux régiments, le 4e de zouaves, le 4e régiment de chasseurs d'Afrique, le 13e régiment d'artillerie, le 4e bataillon d'infanterie légère d'Afrique, le 3e bataillon d'Afrique, en tout 14.473 hommes, dont 566 officiers en 1896 (sans compter les 600 hommes de la garde beylicale). Le général de division qui les commande est en même temps, comme je l'ai dit, le ministre de la guerre.

Un croiseur est en station navale.

L'armée française ne donne pas seulement la sécurité à la Tunisie ; elle a servi par ses travaux cartographiques l'œuvre de la civilisation. Avant l'arrivée des Français, il n'y avait, pour ainsi dire, pas de carte de la Tunisie ; l'essai qu'avait publié le Dépôt de la Guerre en 1857, sous le titre de carte de la Régence de Tunis, était tout à fait rudimentaire. Cependant, pour déterminer les propriétés à immatriculer, pour exécuter des travaux publics tels que la construction des routes, une bonne carte

[1] Voir l'introduction de la *Population française*, par M. Levasseur, 1er volume.

[2] Sous le titre de *Etat de la Cochinchine* en...., le gouvernement de la Cochinchine publie à Saïgon depuis 1878 une statistique (1 vol. in-4°) détaillée de ce genre qui porte sur la population, les cultures, les principales branches de l'administration, le commerce, etc.

[3] Le budget de 1896 porte 107 officiers, 618 hommes de troupe et 70 chevaux.

était indispensable. Grâce à une entente entre le gouvernement tunisien et le gouvernement français, le Service géographique de l'armée a entrepris les opérations géodésiques et topographiques et a publié un certain nombre de feuilles à l'échelle du 50,000e, qu'on se propose avec raison de réduire à celle du 100.000e pour la plus grande partie du territoire, une carte au 200.000e en 33 feuilles, une carte au 800.000e en 2 feuilles et des gravures de reconnaissances dans le Sud.

Dans le même temps, les ingénieurs hydrographes dressaient les 41 feuilles de la carte marine de la Régence.

XII. — La Dette

L'argent qu'on dit être le nerf de la guerre est aussi celui de toute administration. C'est par une mauvaise gestion financière que la Tunisie avait surtout périclité; de bonnes finances ont été une des causes de son relèvement.

A maintes reprises, le gouvernement tunisien ayant, surtout depuis 1860, contracté des emprunts en prenant des engagements qu'il n'avait pas pu tenir, avait dû aliéner ses revenus, émettre des billets qui grossissaient sans cesse sa dette flottante, si bien qu'en 1870 il était débiteur d'une somme totale de 160 millions de francs, dont les intérêts exigeaient annuellement 19 millions 1/2 : somme beaucoup plus forte que la recette totale du Trésor, qui ne dépassait pas 13 millions 1/2. C'est alors (1868-70) qu'il accepta qu'une Commission internationale, française, anglaise et italienne, apurât ses comptes et négociât avec ses créanciers une sorte de concordat par lequel la dette consolidée, représentée par 250.000 obligations de 500 francs à 5 %[1] fût ramenée à 125 millions (non compris les intérêts arriérés) et l'intérêt à 6 millions 1/2, le Bey cédant à une Commission spéciale la perception d'une somme égale d'impôts. Cet arrangement n'avait pas encore pu fonctionner régulièrement, et il y avait un fort arriéré à l'époque de la signature du traité de Protectorat.

Il était de l'honneur du Protectorat de ne pas laisser subsister une telle situation de déficit et de discrédit. La République française s'engagea, par la loi du 10 avril 1884, à garantir un emprunt de 142 millions 1/2 en rente perpétuelle à 5 %, destiné à rembourser la dette consolidée (125 millions) et la dette flottante (17.550.000 fr.). Le service de cet emprunt n'exigeant que 6.307.520 francs, laissait au Trésor tunisien un boni de 4.473.000 francs sur la dépense antérieure. Le crédit tunisien, désormais soutenu par le crédit de la France, se trouva de pair sur le marché avec le crédit des grands Etats et profita de la baisse générale de l'intérêt : en 1889, première conversion qui abaissa le taux à 3 1/2 % ; en 1892, seconde conversion qui l'a abaissé à 3 %. L'émission des 396.386 obligations de 500 francs à 3 % a été faite au prix de 476 fr. 25 ; le service des intérêts s'est trouvé réduit à 5.945.790 francs, laissant à l'Etat, en 1884, un boni de 361.730 francs, qui ont été affectés à l'amortissement.

[1] Ces 250.000 obligations ayant été insuffisantes pour payer toutes les créances reconnues, le gouvernement tunisien a dû racheter en bourse un certain nombre de ces obligations et les donner aux créanciers. Pour cet achat, il a dû contracter un nouvel emprunt.

XIII. — Les Finances.

Le règlement concordataire de la dette avait eu pour conséquence l'institution d'une Commission financière divisée en deux sections : Comité exécutif composé d'un Français et de deux Tunisiens et chargé de la direction supérieure des finances, et Comité de contrôle composé de deux Français, deux Anglais et deux Italiens et chargé de surveiller, dans l'intérêt des porteurs de titres de la dette, les opérations du Comité exécutif.

Cette institution n'était pas compatible avec le Protectorat; elle a été supprimée en octobre 1884. Depuis ce temps, la Tunisie gère elle-même ses finances, dont l'administration est confiée à un Directeur des finances, lequel est Français. C'est lui qui prépare le budget annuel. Ce budget est d'abord examiné en Conseil par les ministres et chefs de service, puis soumis à l'approbation du ministre des Affaires étrangères et enfin présenté à la sanction du Bey, qui promulgue le décret. Il enferme chaque service dans des limites infranchissables pour les chefs de service individuellement ; car aucun impôt ne peut être établi et levé s'il n'a été proposé en Conseil et sanctionné par le Bey après autorisation du gouvernement français : aucun crédit ne peut être ouvert en cours d'exercice sur les ressources générales du budget et, pour parer aux éventualités, un chapitre spécial de 360.000 fr. est affecté aux dépenses imprévues d'un caractère ordinaire. Quant aux dépenses d'un caractère extraordinaire, elles ne peuvent être autorisées qu'en subissant les mêmes formalités que le budget et en étant accompagnées de l'indication précise des « ressources extraordinaires existantes » par lesquelles elles seront couvertes. Ce système a, jusqu'ici, donné des résultats très satisfaisants et non seulement assuré l'équilibre du budget, mais procuré des excédents, malgré de très notables réductions d'impôts[1].

Le Directeur des finances a établi que, du 13 octobre 1884 au 31 décembre 1894, en onze ans, la somme totale des recettes ordinaires s'était élevée

[1] Le Directeur des finances estime que ces réductions équivalent à un abandon de 5 millions 1/2 par an.

à 225 millions de francs, celle des dépenses ordinaires et extraordinaires à 194 millions 1/2, laissant un excédent de 30 millions 1/2, dont 24 millions 1/2 ont été affectés à des travaux publics extraordinaires. Il restait alors 4 millions disponibles [1].

J'ai fait connaître plus haut quels étaient les impôts, directs ou indirects, que paie la population. Ils forment le gros de la recette du Trésor, mais ils ne sont pas les seules sources du revenu. Les trois monopoles des poudres qui ont toujours été en régie, des tabacs et des sels qui ne le sont que depuis 1891 et dont le revenu a presque doublé depuis ce temps, ont donné en 1894 un produit brut de 4.987.514 francs et un produit net de 3.419.353 francs. La recette des postes, télégraphes et téléphone a été de 916.000 francs, mais la dépense (964.000 fr.) est presque chaque année supérieure à la recette. Celle du domaine, qui comprend la location des immeubles domaniaux, la vente des olives et autres fruits des propriétés du domaine, la vente d'immeubles domaniaux, des forêts, des pêcheries et des mines, a été de 1 million 435.000 francs.

Les principaux chapitres de la dépense ordinaire sont : le service de la dette (6.390.000 fr. en 1894) ; l'administration des travaux publics (4.762.000 fr.), qui comprend l'administration, la construction et l'entretien des routes, ponts, ports, bâtiments, eaux ; les forêts ; l'immatriculation, etc. ; la liste civile du Bey et de sa famille (1.680.000 fr.), dans laquelle n'est pas compris l'entretien de la garde beylicale ; les postes et télégraphes (964.000 fr.) ; l'enseignement public (762.000 fr.) ; les contrôles civils et l'agriculture (680.000 fr.) ; l'armée tunisienne (609.000 fr.) [2].

Il y a, en outre, des dépenses exceptionnelles. Elles se sont élevées à 4.427.000 francs en 1894, dont 4 millions pour les chemins de fer (ligne de Bizerte et réseau à voie étroite).

La Direction générale des finances a plusieurs fois publié la statistique des recettes et des dépenses, notamment dans la *Statistique budgétaire* 1884-1894). Elle pourrait faire plus encore : donner chaque année un véritable budget et un compte définitif de finances, avec l'indication précise de chaque article de recette et de dépense prévu au budget et réalisé pendant l'exercice [3]. Le gouvernement n'est pas soumis au contrôle d'un parlement que le régime du Protectorat ne comporte pas ; c'est une raison de plus pour chercher par la publicité la justification de ses actes dans le contrôle de l'opinion.

Les dépenses ordinaires se sont accrues avec les exigences du service. Le total était de 11.249.000 fr. en 1885 (année musulmane 1303), et de 22.159.000 en 1894. Il y a eu des excédents de recette qui avaient atteint jusqu'à 6 millions ; il y en a encore eu un de 257.423 francs en 1895 [1].

XIV. — Les Excédents budgétaires et la réserve.

Lorsqu'en 1884, la Tunisie a repris possession de ses finances, l'administration précédente lui laissait une somme de 14.661.564 francs provenant tant d'excédents que de bonis faits sur les emprunts et de titres affectés sur cette somme au remboursement de dettes antérieures [2]. Les 2.351.715 fr. nécessaires pour le paiement des dettes antérieures ont été mis à part et un « Fonds de réserve » a été constitué par décret du 21 juillet 1886, avec une dotation de 10.962.210 fr. ; ce fonds, destiné à parer aux insuffisances de budget, pouvait être porté jusqu'à 18 millions, somme qu'on estimait alors équivalente à la recette d'une année. Un décret du 11 juillet 1894 a autorisé le prélèvement sur ce fonds de sommes destinées à des travaux publics.

Le reste (1.347.638 fr.) a été versé dans le compte des recettes du budget ; des excédents réalisés tous les ans (à l'exception de deux années) s'y sont ajoutés, si bien qu'au 12 octobre 1890, malgré les prélèvements faits pour travaux publics extraordinaires, il y avait une encaisse de 5.098.732 fr. [3].

Reporté d'exercice en exercice, cet excédent surchargeait la comptabilité du budget. On s'est décidé, en 1891, à constituer un nouveau fonds spécial, « fonds des excédents budgétaires », qui pouvait être employé à combler au besoin des déficits du budget ordinaire ou à doter les travaux publics. Cinq exercices (1890-91, 1892, 1893, 1894 et 1895) ont versé dans cette caisse 20.070.940 francs. Il n'y a pas eu pendant cette période de déficit budgé-

[1] Sur les 30 millions 1/2, 696.400 francs ont été prélevés pour le fonds de réserve, et il y a eu une perte de 1 million 1/3.

[2] Ces chiffres sont tirés du document intitulé : *Protectorat français, Direction générale des finances, Statistique budgétaire, Résultats de la gestion financière de la Régence depuis la réorganisation de* 1884 *jusqu'à la clôture de l'exercice* 1894. Ils diffèrent quelquefois un peu, par le groupement du moins, de ceux qui se trouvent dans *La Tunisie*.

[3] Je citerai comme exemple de budget colonial détaillé et présenté avec clarté le *Budget local de la colonie de Cochinchine*, dont j'ai sous les yeux le volume de l'exercice 1894.

[1] Le rapporteur du budget de 1896 à la Chambre des députés prévoyait une dépense égale à la recette (Recette, 22.483.000 francs ; dépense, 22.437.000 francs.)

[2] Cette somme se composait des excédents de la gestion des revenus concédés et réservés (7.837.052 fr.), des sommes disponibles provenant de l'emprunt de 1884 (4.472.796 fr.) et des valeurs affectées au remboursement des dettes anciennes (2.351.715 fr.).

[3] Les excédents de quatre années se sont élevés à 18.188.757 fr. dont il faut retrancher 2.416.496 fr. de déficit de deux années consécutives de mauvaises recettes ; (1887-89) : reste 15.772.261 fr. + 1.347.638 fr. = 17.119.899 fr. Il avait été dépensé pour exécuter des travaux extraordinaires 8.114.042 fr., pour ajouter à la dotation du fonds de réserve 696.408 fr., pour combler un déficit de caisse 1 million 309.698 et pour solder les créances non payées en octobre 1890, 1.901.018 francs.

taire, mais il y a eu 21.391.635 francs dépensés en travaux publics, de sorte qu'il restait seulement 3.778.636 francs disponibles à la fin de 1895.

Si l'on ajoute à cette somme le « fonds de réserve », comprenant la dotation première de 1886, l'addition de 690.408 francs en 1891 et les intérêts, en tout 16.553.791 fr. et le fonds des dettes antérieures à l'année musulmane 1299 avec les intérêts jusqu'en juillet 1895 (2.916.066 fr.), on trouve un total de 23.247.893 fr. de ressources disponibles en dehors du budget courant. En réalité, la somme disponible n'est que de 12.759.700 francs, parce que le reste est engagé soit pour la construction des chemins de fer (9.788.193 fr.), soit pour les dépenses de colonisation (700.000 fr.) [1].

Un tel système de réserves, qui serait critiquable dans beaucoup de budgets européens [2], est au contraire tout à fait digne d'approbation dans les finances tunisiennes, qui, d'une part, ont besoin d'un gros capital pour ce qu'on pourrait appeler les frais de premier établissement de la régénération de la Régence, et, d'autre part, sont exposées à des réductions considérables de recettes quand les intempéries des saisons font manquer la récolte.

Il convient donc de conserver un fonds de réserve dans lequel continueront à être versés les excédents des budgets. Mais il n'est pas utile de compliquer la comptabilité en maintenant la répartition de ce fonds entre plusieurs caisses; une seule suffirait, tenant deux comptes distincts, celui d'un fonds permanent et invariable, exclusivement destiné à combler les déficits du budget dans les mauvaises années, et celui d'un fonds variable et disponible pour travaux publics extraordinaires. Il y aurait de la pédanterie pour un écrivain à prétendre fixer le chiffre du fonds permanent; c'est aux administrateurs qu'il appartient de le mesurer d'après l'expérience que les mauvaises récoltes leur ont déjà fournie, et d'après les changements survenus dans la proportion des divers revenus du Trésor.

XV. — Un Emprunt.

Y a-t-il opportunité à ajouter à ces ressources celles d'un emprunt, et la Tunisie aurait-elle les moyens d'en assurer le service? J'ai dit qu'elle avait intérêt à posséder le plus tôt possible des chemins de fer qui, donnant des débouchés à ses produits, activeraient la mise en valeur de son sol et, comme conséquence, la colonisation, et que les lignes qu'il paraissait le plus utile de construire d'abord, étaient, conformément au plan du Résident général, celles qui, des ports, pénétreraient dans l'intérieur des terres. Je pense que la Tunisie pourrait gager un emprunt de 30 à 40 millions sur le chapitre des routes et ponts, qui est doté de 1.553.000 francs et qui abandonnerait sur cette somme 1 million. Il faudrait que d'autres chapitres fournissent un complément. Le rapporteur du budget du Ministère des Affaires étrangères pour 1896 a parlé de 1 million d'économies. C'est beaucoup. Il croit qu'on pourrait l'obtenir par une réduction du nombre des fonctionnaires; il a raison de dire qu'il ne faut pas faire une colonie de fonctionnaires, mais il ne doit pas méconnaître que les services publics, à mesure qu'ils se développent, exigent plus d'employés.

XVI. — Monnaies et mesures.

Après avoir montré les avantages que la Tunisie et son gouvernement doivent à l'établissement de l'ordre dans l'administration financière et à l'équilibre dans le budget, je ne dois pas omettre celui qui résulte d'un système meilleur de monnaies et de mesures. La refonte de 1891-92 a substitué le franc à des monnaies compliquées, dont la piastre, équivalant à 60 centimes, était l'unité; mais la loi tunisienne a eu la prudence de donner seulement à la monnaie d'or un pouvoir libératoire illimité, afin de ne pas tomber dans les inconvénients du bimétallisme; elle n'a en argent que des pièces divisionnaires (2 fr., 1 fr. et 50 cent.), dont le pouvoir est limité. Les pièces portent l'indication de leur valeur en arabe d'un côté et en français de l'autre; elles doivent être frappées à l'Hôtel des monnaies de Paris.

Il est souhaitable que la création d'une grande banque tunisienne, — outre l'existence à Tunis d'une succursale du Comptoir d'Escompte français, — vienne compléter le système de la circulation et faciliter le crédit.

En 1895, le système métrique est devenu le système légal des poids et mesures de la Tunisie.

XVII. — Les Dépenses de la France pour le Protectorat.

Les dépenses propres au Protectorat ne sont pas comprises dans le budget tunisien; elles sont à la charge de la France. Le rapporteur du budget de 1896 à la Chambre des députés a évalué approximativement à 290 millions le prix qu'a coûté ce Protectorat depuis l'entrée des troupes en 1881 jusqu'au 31 décembre 1895. Dans son calcul, la guerre figure naturellement pour la plus forte somme, 226 millions; mais, pour former ce total, il additionne depuis 1886 toutes les dépenses du corps d'occupation, lequel aurait coûté une certaine somme s'il avait été entretenu en France. Il calcule,

[1] Les « dépenses de colonisation » ont été dotées de 1 million sur lequel 300.000 francs avaient été dépensés avant le 31 décembre 1895.

[2] Un décret du 29 novembre 1887 autorise les colonies françaises à avoir une réserve. La Cochinchine en a eu une de plusieurs millions.

d'autre part, que la Tunisie coûte actuellement à la France plus de 15 millions par an [1]; mais il fait entrer dans son addition la dépense totale annuelle du corps d'occupation (12 millions) et la garantie d'intérêts du chemin de fer de la Medjerda (2 millions 1/2) qui est le résultat d'une convention antérieure au Protectorat.

Dans des évaluations de ce genre, l'hypothèse occupe une large place, parce que l'imputation des dépenses peut être faite de différentes manières; il importe tout d'abord de le déclarer pour éclairer l'opinion. Ainsi, calculant de mon côté autrement que le rapporteur, je ne trouve pas que les dépenses annuelles propres au Protectorat soldées par le budget français, dépassent 8 millions [2].

Le budget français a été allégé depuis quelques années de certaines charges qui ont été transportées au budget tunisien. C'est ainsi que le ministère des Affaires étrangères de France, qui avait payé 212.300 francs en 1887, n'a que 113.600 francs à son compte en 1896. Il est juste de reporter au budget tunisien les dépenses qui sont d'un intérêt purement tunisien; mais il convient de le faire avec discrétion, peu à peu, dans la mesure où le permettront les ressources du pays protégé, dont il importe de maintenir l'équilibre budgétaire.

La France a voulu devenir la protectrice de la Tunisie, parce qu'elle a senti qu'un intérêt majeur de politique générale la poussait à le devenir. Il n'est pas étonnant qu'un grand État ait à faire des dépenses de politique générale; assurément l'argent affecté à la Tunisie n'est pas le moins bien placé.

[1] 15.368.000 francs pour 1895.

[2] Il me semble que si le Protectorat n'existait pas, la France néanmoins aurait intérêt à maintenir en Tunisie où il y a beaucoup d'Italiens, l'autorité morale du clergé français (60.000 fr. à l'archevêché de Carthage), à avoir des services postaux sur la côte d'Afrique (Tripoli d'ailleurs, que compte le rapporteur, n'est pas en Tunisie; total, 52.000 fr.); il est certain que la garantie d'intérêt du chemin de fer (2.500.000 fr.) n'est pas le fait du Protectorat. Si les deux régiments de Tunisiens, etc. (5 500.000 fr.) sont bien une dépense du Protectorat, celles du corps français d'occupation et des agents financiers qui y sont attachés ne lui incombent que partiellement, ainsi que celles de la marine; si l'État fait des dépenses pour la caisse d'épargne postale, il reçoit en compte courant de l'argent dont il ne paie pas l'intérêt. A côté de l'hypothèse du rapporteur, je me permets donc de proposer celle-ci, que d'ailleurs je ne garantis pas :

Affaires étrangères	53.000
Guerre	5.500.000 2.000.000
Marine	230.000
Finances	60.000
Instruction publique	5.000
Agriculture	4.700
	7.852.700

Je suis loin des 15.268.226 francs du rapporteur qui pourrait lui-même reviser le texte de son rapport : car, dans son total, le Ministre des affaires étrangères est porté pour 113.000 francs, et il figure pour 133.000 fr. dans son compte détaillé.

XVIII. — La Colonie.

Les Français en ont profité : c'est un fait incontestable. En Tunisie ils étaient au nombre de 3.393 en 1881; le recensement de 1891 en a compté 10.030, et on peut évaluer aujourd'hui leur nombre à plus d'une douzaine de mille [1]. Ils ont apporté à la Tunisie le concours de leur travail et de leurs capitaux, ce qui est avantageux pour le pays. Mais la Tunisie les fait vivre, ce qui est avantageux pour eux; ils sont venus parce qu'ils ont pensé qu'ils avaient intérêt à venir, et ils restent parce que, malgré les mécomptes inséparables de toute migration colonisatrice, la plupart ont intérêt à rester. Ils sont cultivateurs, industriels, commerçants, fonctionnaires, employés, etc.

M. le Dr Bertholon, dans son intéressant article sur la population, nous apprend que les trois quarts des Français (77 %) habitent les villes et que le tiers (30 %) se compose de fonctionnaires. Il n'est pas étonnant qu'ayant créé une administration, il ait fallu des fonctionnaires. Il est vrai que ceux-ci ne doivent pas être regardés comme de vrais colons parce qu'ils ne sont pas venus tous spontanément; cependant une partie d'entre eux, en se fixant dans le pays, y fait souche. Ils sont éminemment utiles à la colonisation : l'état des finances, des travaux publics, de l'instruction, de la justice l'atteste; leur présence ne prêterait à la critique que si leur nombre excédait les besoins réels ou les ressources du budget. Il n'est pas étonnant non plus que, dans un pays déjà peuplé et cultivé, ce soient les occupations urbaines qui attirent surtout la majorité des arrivants; aux Indes, les Anglais sont plus commerçants que cultivateurs; ils deviennent aujourd'hui manufacturiers.

Il ne faudrait pas laisser croire pourtant que le colon agricole n'existe pas en Tunisie; les rôles de l'immatriculation suffiraient pour contredire cette assertion. Il y a des propriétaires fonciers français et des cultivateurs français faisant valoir le sol; il y a des exploitations très diverses, depuis les sociétés de capitalistes qui administrent de grands domaines, comme l'Enfida ou Chouiggoui, jusqu'aux petites fermes d'Utique ou du cap Bon et aux métairies de Grombalia, où le propriétaire fournit le cheptel de compte à demi avec le métayer. M. Grandeau et M. Chailley-Bert ont traité ici cette question et j'en ai moi-même parlé dans une communication que j'ai faite à la Société de

[1] La note adressée en date du 10 février 1896, au ministre des Affaires étrangères, par M. René Millet, Résident général, sur la composition et les attributions de la Conférence consultative, porte à 4.200 le nombre des Français majeurs établis en Tunisie; ce qui ferait 16.800 personnes en supposant 4 personnes par famille; mais, comme il y a beaucoup de célibataires, la moyenne par famille est probablement inférieure à 4.

Géographie commerciale[1]. Sans doute toutes les entreprises agricoles n'ont pas répondu aux premières espérances de ceux qui y ont engagé leur argent ou leur personne. On a fait des écoles dans la manière d'ordonner la culture ou de choisir le personnel; on a quelquefois trop demandé à la terre sans lui rendre assez; on a été éprouvé par les intempéries des saisons, et il y a eu des découragements et des plaintes; il y en a encore. Les déceptions des viticulteurs et d'autres causes ont même, depuis quelques années, ralenti le courant d'immigration. Quelle colonisation n'en occasionne pas? Aux États-Unis, surtout dans les États de l'Ouest dont on vante avec raison le merveilleux progrès de population et de culture, les plaintes des fermiers sont beaucoup plus unanimes qu'elles ne peuvent être en Tunisie et sont menaçantes : nous venons d'entendre dans le vieux continent l'écho des agitations que l'élection présidentielle a soulevées dans le nouveau.

Il est désirable que le nombre des cultivateurs français augmente; mais il faut attendre ce résultat du temps, sans impatience; il se produira peu à peu, à mesure que le développement des ressources de la Tunisie préparera la place.

Que ce soit par la culture, par l'industrie ou par le commerce, il y a eu un développement d'affaires attesté par les chiffres du commerce extérieur, lequel était de 17 millions de francs en 1877-78 et qui a atteint jusqu'à 80 millions en 1890-91; or, il est vraisemblable que le commerce intérieur s'est accru dans une proportion plus forte par l'effet de la consommation des colons.

J'ai dit et je redis volontiers ici, que dans l'œuvre de la colonisation il faut que l'administration accueille avec bienveillance toutes les bonnes volontés. Toutefois, s'il est permis d'indiquer de quel côté sont les chances les meilleures pour la colonisation agricole, j'ajoute qu'elles me paraissent être surtout du côté des exploitations d'importance modique et même très modique, dirigées par le propriétaire vivant sur les lieux, possédant un capital suffisant et une connaissance pratique de l'agriculture, unissant, s'il est établi dans le nord, l'élevage à la culture des céréales et de la vigne. Ce que je dis ici n'est pas exclusif; car il y a de bonnes situations à occuper dans des cultures spéciales, légumes et fleurs, probablement aussi dans la plantation d'oliviers pour la consommation locale et pour l'exportation, par contrat de mhrarça; il y a de grands vignobles qui prospèrent, quoique en général les exploitations de sociétés par actions rencontrent en agriculture plus de difficultés que les exploitations directes par le maître[2].

D'autre part, il y a une large place pour les colons engagés dans le commerce, et il y en aura une pour certains industriels; il y a des artisans dont le travail trouve une bonne rémunération, quoiqu'en général on ne doive guère songer à attirer des ouvriers français dans un pays où la main-d'œuvre indigène est à 1 fr. 20 et où les Italiens demandent à peine le double. Quelque désir que j'aie de voir augmenter la population française en Tunisie, je ne puis pas m'associer à un système qui consisterait à réserver les travaux publics à la main-d'œuvre française en grevant le budget et en attirant artificiellement des ouvriers, et qui laisserait probablement ensuite ces ouvriers sans ressources, ni même au système d'une prime pour l'emploi d'ouvriers français qui aurait, à un degré un peu moindre, les mêmes inconvénients que le premier. Les colons cultivateurs qui souhaitent l'accroissement de la main-d'œuvre française doivent subordonner leurs considérations d'intérêt personnel à celles des ouvriers leurs concitoyens qu'il serait déshonnête d'attirer par une amorce trompeuse.

La colonie italienne est très importante par le nombre : le recensement de 1891 a accusé environ 25.000 Italiens. La proximité de Pantellaria, de la Sicile et de l'Italie méridionale et la facilité avec laquelle s'expatrie l'Italien, vivant pauvrement dans son pays natal, suffisent à expliquer cette immigration que la politique du gouvernement italien a été loin de décourager. Il ne faut pas médire de cette colonie; elle apporte de plusieurs manières un concours efficace à l'œuvre économique. Elle se compose, d'une part, d'industriels, de commerçants et d'hommes d'affaires dont beaucoup, fixés depuis longtemps dans le pays, sont presque Tunisiens, et, d'autre part, d'ouvriers venus principalement de Sicile, dont l'immigration est temporaire ou définitive et qui fournissent une main-d'œuvre à bon marché. La Tunisie doit être hospitalière pour les uns et les autres et savoir s'en servir. La convention du 18 septembre 1896 leur donne, avec raison et à titre de réciprocité pour les Tunisiens établis en Italie, la jouissance des mêmes droits civils que les nationaux, les assimile à ceux-ci pour l'impôt et autres charges publiques, à l'exception du service militaire dont ils sont exempts, les soumet à la juridiction des mêmes tribunaux que les Français, leur conserve une partie des privilèges de leurs écoles spéciales (ce qui est peut-être excessif), assure les conditions de la nation la plus favorisée pour le commerce et la navigation aux Italiens en Tunisie comme aux Tunisiens en Italie. Il reste à

[1] *Les ressources de la Tunisie*, dans le *Bulletin de la Société de Géographie commerciale* du 15 juillet 1896.

[2] Dans l'intérêt de la colonisation, une agence de renseignements a été instituée à Paris auprès de l' « Union Coloniale »; des expériences de culture sont faites avec le concours de cultivateurs, par l'administration.

l'administration le devoir politique de surveiller attentivement une colonie étrangère, si nombreuse et très voisine d'un État qui fait partie de la Triple Alliance et qui convoitait la Tunisie.

C'est une question de savoir quelle part peut avoir la colonie dans le gouvernement d'un pays de Protectorat. Le mot colonie dans ce sens ne signifie pas le corps des fonctionnaires qui exerce directement au nom de l'État protecteur les droits dont celui-ci est investi, mais s'applique aux particuliers, citoyens de l'Etat protecteur, qui sont fixés sur le territoire protégé. La question est celle-ci : les colons, en raison de leur résidence sur le territoire protégé, y jouiront-ils de droits politiques, quoique n'étant pas sujets du souverain protégé?

Il est naturel que cette question soit agitée en Tunisie. Elle a reçu une solution partielle relativement aux affaires locales par la création de conseils municipaux dans sept villes et de commissions municipales ou de commissions de voirie dans d'autres localités. Nous savons que, dans les conseils municipaux, le vice-président doit être Français et que la moitié du conseil doit être composée de Français ou d'Européens. Quant aux affaires générales, il avait été créé une Chambre de commerce dès 1885, et aujourd'hui il existe une Chambre de commerce du Nord, et une Chambre de commerce du Sud, deux chambres mixtes d'agriculture et de commerce, l'une dans le Centre et l'autre dans le Sud : autant de corps consultatifs par l'organe desquels les colons peuvent faire parvenir leurs vœux au gouvernement.

En octobre 1890, le Résident général, autorisé par le Ministre des Affaires étrangères, a institué une Conférence consultative [1] afin d'intéresser, autant que le système du Protectorat le permettait, la colonie française à la gestion des affaires publiques, en prenant l'avis des représentants de cette colonie sur les questions qui toucheraient à ses intérêts agricoles, industriels et commerciaux et au sujet desquels elle serait consultée par le gouvernement du Protectorat et sur les projets d'impôt qui feraient peser une charge nouvelle sur la colonie française.

De cette commission font partie, d'une part, le bureau des chambres de commerce et d'agriculture, d'autre part, le vice-président ou le plus ancien conseiller français de chaque municipalité ; les six chefs de service du Protectorat en sont membres. La conférence siège sous la présidence du Résident général. Ainsi composée, elle représentait les plus gros intérêts de la colonie, mais non le plus grand nombre des colons; car on estimait que sur 4.200 Français qui auraient joui de leurs droits politiques en France, 3.000 environ n'avaient pas de représentants. C'est pourquoi en 1896, le gouvernement a changé le cadre en ajoutant, sous le nom de délégation des électeurs français, sept membres pour le Nord et pour le Sud qui seront désormais élus par les Français n'appartenant pas à un des corps déjà représentés. Les fonctionnaires font partie de ce troisième collège comme électeurs, mais ils ne sont pas éligibles. J'ai entendu des colons propriétaires exprimer des craintes au sujet de ce troisième collège qui ne représente pas la propriété; mais j'avais entendu, d'autre part, des colons se plaindre d'être exclus de toute participation aux affaires parce qu'ils n'étaient ni cultivateurs ni négociants. La Conférence, dont l'arrêté du 22 février 1896 a fixé l'organisation, est convoquée régulièrement deux fois l'an par le Résident général. Ses avis, sans s'imposer, pèsent et doivent peser d'un grand poids dans les résolutions du gouvernement.

La plupart des colons français, qu'ils soient propriétaires, commerçants ou qu'ils ne le soient pas, aspirent à avoir des pouvoirs plus étendus. Plusieurs me disaient qu'il était illogique et regrettable que des citoyens français, qui avaient quitté leur pays natal pour travailler à la prospérité de la Tunisie, se trouvassent privés de leurs droits politiques dans un pays que la France couvrait de son drapeau. D'autres cherchaient à me démontrer que les villes de Tunisie devraient être régies par les mêmes lois communales que celles de la France et, quand je leur demandais quel serait le corps électoral du conseil municipal, ils me répondaient : « Des Français, » en m'expliquant les raisons pour lesquelles ils excluaient les Italiens, les israélites et les indigènes. Il y en a qui voudraient transformer la Conférence consultative en une assemblée politique élue par le suffrage universel des Français, laquelle voterait le budget et ferait les lois au lieu de donner des avis [1]. Quelques-uns même m'ont exprimé le désir que la Tunisie devînt une colonie française qui, comme d'autres possessions ou colonies, aurait des représentants jusque dans le Parlement.

Je comprenais leur sentiment sans partager leur opinion. Les colons, parmi lesquels il y a un mélange d'éléments divers, ont en général un esprit ardent et indépendant. Pour qu'un Français aille tenter la fortune à l'étranger, il faut, comme ils me disaient eux-mêmes, qu'il ait de l'énergie de caractère ou qu'il se trouve dans certaines conditions spéciales ; aussi n'aime-t-il pas à être tenu

[1] La colonie n'avait auparavant pour organe que la Chambre de commerce, qui correspondait avec la Résidence par écrit.

[1] Voir, entre autres manifestations de ce sentiment, les procès-verbaux de la 10e session de la Conférence consultative, p. 200.

en lisière. Il voit la différence du régime de l'Algérie et de la Tunisie et, sans se rendre compte des raisons historiques ou politiques qui l'ont produite et sans s'arrêter aux critiques dont l'administration communale et départementale de l'Algérie a été l'objet, il est porté à préférer le régime qui lui donnerait le plus d'influence : sentiment très humain.

Le colon a des rapports avec l'administration, et il n'est pas rare qu'il se plaigne, en Tunisie comme en France, qu'elle ne le serve pas assez ou qu'elle le gêne. Il peut avoir raison dans certains cas ; il devrait pourtant reconnaître qu'en règle générale, l'administration française a puissamment servi l'intérêt de la Tunisie. Ce pays a eu et a encore aujourd'hui la bonne fortune d'avoir pour Résident général plusieurs hommes d'une grande valeur et de posséder un certain nombre de fonctionnaires d'élite qui ont fait leurs preuves : c'est un mérite des Résidents d'avoir su les choisir, et c'est un fait très important pour l'œuvre de la colonisation. Il y a un principe que j'entendais invoquer en Tunisie, que je crois sage et qu'on ne met peut-être pas assez en pratique dans nos ministères, c'est d'envoyer dans les colonies toujours des fonctionnaires de choix, à condition de ne pas les y oublier, et, au contraire, de leur tenir compte en France des services rendus loin de leurs foyers. Dans une colonie, l'action personnelle des fonctionnaires est plus immédiate et leur qualité importe plus encore que dans la métropole.

Il y a probablement des améliorations qu'on pourra introduire peu à peu dans le système municipal. Quelques grandes villes pourraient avoir des ressources plus déterminées ; leur budget pourrait être rendu plus distinct du budget de l'Etat sans cesser d'être soumis au contrôle. Mais serait-il bon que les conseillers municipaux français fussent élus par le suffrage universel? Dans ce cas, quelles conditions de séjour donneraient le droit électoral, et le gouvernement pourrait-il choisir le vice-président en dehors des élus? Si le gouvernement le faisait, ne le mettrait-il pas dans une fausse position, et s'il ne s'en réservait pas le droit, n'abandonnerait-il pas à une petite minorité une autorité prépondérante ? C'est une erreur de politique de comparer les communes françaises, où il n'y a que des Français gérant leurs affaires, aux villes tunisiennes où les membres français ne représentent qu'une petite minorité, souvent même une infime minorité, et où l'on verrait cette minorité, ayant la haute main dans le conseil municipal, gérer les affaires de tous, c'est-à-dire faire surtout les affaires des autres. C'est une illusion de philanthropie de croire qu'ils se feraient les tuteurs bienveillants de la population indigène et des colons étrangers : il existe des exemples du contraire. Il se rencontre sans doute des hommes désintéressés ; mais il n'y a pas de classe qui, quand elle gouverne, ne le fasse en vue de son propre intérêt : c'est même là un des arguments de la démocratie en faveur du suffrage universel. Or, à ne considérer que les nationalités et les religions, il y a au moins quatre classes distinctes dans les villes de Tunisie : Français, Italiens et Maltais, israélites (indigènes ou italiens), musulmans (tunisiens ou algériens). La classe des Français est généralement la moins nombreuse ; il n'y a guère en moyenne que 1 Français sur 120 habitants de la Tunisie (villes et campagnes réunies).

Ces considérations s'appliquent au gouvernement de l'Etat aussi bien qu'à l'administration municipale. Les Français qui se sont établis depuis 1881 en Tunisie savent qu'ils sont venus, non dans une colonie, mais dans un pays de protectorat, et ils ont virtuellement acquiescé aux institutions politiques de ce pays : ce qui ne veut pas dire que ces institutions ne soient pas susceptibles de perfectionnement, et que les conseils de leur expérience ne puissent être utiles pour les perfectionner. Mais ils sont 12.000 à 15.000 au plus, et la population indigène est évaluée à 1.700.000 âmes qui sont les sujets du Bey, leur souverain ; une si faible fraction ne peut logiquement prétendre gouverner le corps entier, même quand elle trouverait des exemples à citer dans certaines colonies.

La création des Chambres de commerce et d'agriculture semblait indiquée et ne soulevait pas d'objection. Celle de la Conférence consultative en a soulevé, et il y a des hommes d'Etat qui craignent que l'extension qu'elle vient de recevoir récemment ne fasse naître de nouvelles prétentions. Je crois cependant cette création à la fois utile et légale. Le Résident général a le droit de s'éclairer des conseils de ses concitoyens ; il peut en éprouver quelquefois des embarras, il peut très souvent y trouver des lumières et un appui. Mais il n'a pas le droit de leur abandonner l'autorité que le gouvernement français lui a confiée et que la France elle-même exerce en vertu d'un pacte.

La colonie française n'est pas apte à faire les lois de la Tunisie ; c'est du Bey qu'elles émanent dans les conditions déterminées par le traité du Bardo. Elle n'a pas de titre, comme l'a un parlement européen, pour voter le budget, parce qu'il y a des impôts qu'elle ne paie pas du tout, et qu'elle ne supporte en somme que la moindre part des charges publiques. Le principe démocratique, que les colons invoquent, est que les citoyens stipulent pour eux-mêmes, mais non pour autrui.

On peut se hasarder à soutenir que le régime du Protectorat repose sur une fiction ; en tout cas,

cette fiction est le droit et elle est la raison de notre présence à Tunis. Quand même les colons seraient convaincus qu'ils gouverneraient mieux les indigènes, ils doivent s'arrêter devant l'argument qu'ils n'ont pas le droit de le faire et, s'ils consultaient bien l'expérience, ils reconnaîtraient que l'administration d'un pays musulman par des colons n'est pas un moyen infaillible pour les bien administrer et se concilier leur affection.

La population tunisienne n'a pas eu de longues guerres à soutenir contre les armées françaises, et elle n'a pas été conquise par la France. Elle a suivi son souverain qui acceptait notre protectorat; et, s'il nous a fallu recourir aux armes pendant le second semestre de 1881, c'est avec le concours du Bey que nous l'avons fait et pour ramener à l'obéissance ses sujets rebelles. Entre cette population et nous il n'existe pas — ou du moins il ne semble pas exister — de barrières de haine, parce qu'elle n'a pas ces ressentiments indéfiniment vivaces que font naître le sang versé et les confiscations. C'est là une situation exceptionnellement favorable, qu'il faut bien se garder de compromettre. Le peuple tunisien reçoit ses lois de son souverain qui est le même que par le passé, qui rend la justice et au nom duquel l'impôt est levé ; il a conservé sa religion, et les ministres de la religion ont conservé leurs biens ; il est, comme par le passé, administré par ses caïds, ses cheikhs, ses cadis. La France est au-dessus, d'autant plus respectée que sa main ne pèse pas directement sur ce peuple et que ses chefs s'inclinent devant elle.

Sans doute, cette organisation n'est pas à l'abri de tout reproche. La sécurité des personnes est encore quelquefois troublée par des malfaiteurs ; il y a des caïds qui vexent les faibles, et il se produit des abus dans la répartition des impôts. Mais n'y en avait-il pas davantage avant le Protectorat et, si l'on peut signaler l'esprit autoritaire de quelques fonctionnaires français, oserait-on mettre en parallèle l'intégrité de l'administration française et celle de l'administration indigène ? Il a été fait beaucoup déjà, et il reste beaucoup à faire ; mais, pour réformer un mode d'administration qui a des racines séculaires dans les mœurs du peuple, la politique sait qu'il faut compter avec le temps et avec le renouvellement des générations.

Le Protectorat a déjà amélioré cette administration et, quoiqu'il y ait, comme dans tous pays, des criminels et des crimes, on peut dire qu'il a complètement assuré la paix intérieure en Tunisie. Il a peut-être rendu l'impôt plus sensible en le rendant plus général, mais en retour il l'a perçu plus équitablement et il a amélioré la viabilité. C'est surtout par des bienfaits que le peuple tunisien le connaît. Quelles chances aurait-il d'un meilleur sort si, sous le nom de Conseil colonial ou sous un autre nom, un parlement français siégeait à Tunis ?

De l'ensemble des études écrites sur la Tunisie par les collaborateurs de la *Revue*, il se dégage le sentiment d'un progrès manifeste accompli dans des directions diverses en l'espace de quinze années. Nous nous reprochons souvent à nous-mêmes, non sans quelque motif, de n'avoir pas tiré de nos possessions coloniales tout le profit possible ; mais il faut reconnaître aussi que nous avons parfois de singulières impatiences, et que nous en donnons une preuve quand nous nous étonnons que la protection de la France n'ait pas fait en trois lustres autant que la domination de Rome en sept siècles.

Le Protectorat a donné jusqu'ici à peu près ce qu'il pouvait ; les résultats obtenus, tant pour la population indigène que pour la colonie européenne, sont le gage des progrès que la Tunisie peut encore faire sous ce régime. C'est un instrument de gouvernement ingénieusement construit, mais nouveau pour des mains françaises, délicat à manier et qui n'est pas fait pour les esprits tout d'une pièce. Il faut prendre garde de le fausser en l'employant brutalement. Il faut surtout ne pas le briser en vue de lui substituer un mode d'administration directe par la France ou par des Français ; tout le bénéfice que nous vaut le maintien des cadres de l'organisation musulmane ne tarderait pas à être perdu. Perfectionnons, avec le concours du gouvernement beylical, les rouages du Protectorat, mais conservons l'instrument.

L'honneur de la France y est engagé. Nous sommes liés avec le Bey par un traité perpétuel comme le Bey est lié avec nous ; nous avons garanti la dynastie et nous nous sommes présentés au souverain et au peuple comme des amis venant civiliser et non comme des maîtres venant bouleverser. Restons fidèles à notre rôle. Le changer serait une violation de foi à l'égard du Bey et une usurpation inique. A l'égard des puissances étrangères qui ont reconnu le traité du Bardo, déchirer ce traité serait nous rejeter dans l'indéterminé. Je m'imagine que l'opinion que j'émets est partagée par la grande majorité des hommes politiques qui en France s'intéressent à la Tunisie. Je supplie ceux des colons qui, en Tunisie, auraient une opinion différente, de songer que l'intérêt de la colonisation est étroitement lié à la pacification du pays et de peser les considérations d'administration des musulmans par les musulmans, de fidélité aux engagements du traité, et d'honneur de la France, que je viens de rappeler.

E. Levasseur,
Professeur au Collège de France,
et au Conservatoire des Arts et Métiers,
Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques.

NOTES STATISTIQUES SUR LA TUNISIE

I. — Population.

§ 1. — Population totale.

Il n'y a jamais eu, à vrai dire, de recensement d'ensemble officiel en Tunisie. L'Administration évalue à 1.500.000 habitants le chiffre de la population totale. On estime généralement, sans le pouvoir prouver, faute d'enquête spéciale, que ce chiffre est inférieur à la réalité de 300.000 unités, ce qui donnerait à la Régence une population de 1.800.000 habitants environ, se décomposant comme suit :

Musulmans et Israélites (Berbères, Arabes, Coulouglis), environ			1.700.000
Chrétiens	Italiens	40.000	77.750
	Français ou protégés non compris le corps d'occupation	20.000	
	Maltais	16.000	
	Espagnols	500	
	Allemands	250	
	Grecs	1.000	
Total			1.777.750

§ 2. — Principaux centres de population.

Tunis a 140.000 habitants dont	65.000 Musulmans. 40.000 Israélites. 12.000 Italiens. 12.000 Maltais. 10.000 Français.

Aux environs de Tunis, le Bardo, Kassar-Saïd, la Manouba, Tébourba, l'Ariana, terres fertiles, centres de colonisation, cultures maraîchères, scientifiquement exploitées, Gammart, l'ancienne nécropole de Carthage ; la Marsa, résidence du bey actuel.

La *Goulette*, qui a perdu beaucoup de son importance depuis l'inauguration du port de Tunis et depuis que ce port est devenu le point d'attache de paquebots (1893) qui relient la Tunisie à la France et à l'Europe.

Bizerte, rattachée à Tunis par un chemin de fer de 300 kilomètres, entre une rade immense et un lac poissonneux, dans une position avantageuse au milieu de la Méditerranée ; il est regrettable que l'escale de Bizerte, où touchaient les paquebots venant de France, ait été supprimée, juste au moment où les travaux du port venaient d'être terminés.

Béja, réunie par un chemin de fer à la ligne de la Medjerdah. Sa situation, au sud des montagnes de la Khroumirie, en fait un centre commercial et un poste stratégique de grande importance.

Souk el Arba, au croisement des routes de Tunis, Béja, Aïn Draham et le Kef.

Nabeul, au centre d'un pays couvert d'oliviers, fabrique de poteries renommées.

Sousse, capitale du Sahel, au centre d'immenses cultures d'oliviers ; Monastir, Mahedia (l'ancienne Thapsus), importantes pêcheries, Msaken, Djemmal, Mouknine, Kalaa-Kebira, etc.

Sfax, la ville la plus importante du littoral oriental.

Kairouan, la ville sainte qui a été longtemps la capitale de l'Afrique du Nord.

Le Kef, à 800 mètres d'altitude, garde les principales voies qui conduisent de Tunisie en Algérie.

Téboursouk, au milieu d'un pays boisé.

Tozeur, à 24 kilomètres du Nefta, réunion d'oasis qui ne comptent pas moins de 600.000 palmiers.

Houmtsouk, le centre le plus populeux de Djerba.

Gabès, centre d'un commandement militaire, dont l'importance peut devenir considérable comme port des caravanes venant du Sahara, de Rhât et Rhadamès.

Le nombre de tentes est évalué à 64.600, celui des maisons, tant arabes qu'européennes, à 58.400, et celui des gourbis, épars dans les campagnes, oasis et montagnes, à 20.700.

§ 3. — Population française en Tunisie.

En 1881, au moment de l'occupation, on évaluait à 300 environ le nombre des Français fixés en Tunisie.

Voici le résultat du dernier recensement fait en 1891 :

Population française civile	10.030	19.647
Effectif français de la brigade d'occupation	9.617	
Protégés musulmans (Algériens)	20.098	22.530
— israélites (Algériens et Tunisiens)	2.389	
— chrétiens (Syriens et Roumains)	43	
Total		42.177

Le chiffre de la population civile est certainement inférieur à la réalité : car un certain nombre de familles ont négligé d'établir des bulletins individuels pour les enfants en bas âge. L'Administration tunisienne estime à plus de 200 le nombre de ces omissions.

Il n'est pas sans intérêt de rechercher, pour la population civile, le département d'origine des citoyens fixés en Tunisie. Le relevé qui a été opéré à cet effet a permis de constater que 1.838 Français sont nés en Tunisie. Ce chiffre est élevé, si l'on considère qu'il y a dix ans le nombre des Français établis en Tunisie ne dépassait pas quelques centaines, et constitue un élément précieux à recueillir, car il permet de supposer que le niveau de la natalité est élevé chez nos immigrants.

Les trois départements algériens ont fourni à la

colonie française un appoint de 1.487 personnes : Constantine, 908 ; Alger, 417 ; Oran, 162.

Ces chiffres décroissent avec l'éloignement. La Corse vient ensuite avec 574 immigrés, puis les départements du bassin du Rhône et de la Seine.

La carte de la figure 1 indique quelle est la répartition de Français recensés en Tunisie, par départements d'origine.

Il est à remarquer que tous les départements français, sans aucune exception, ont des représentants en Tunisie.

Tableau I. — Population française de Tunisie par localité et par circonscription.

Tunis ville	4.832	Le Kef (210, ville)	245
Tunis contrôle	915	Nabeul (55, ville)	168
Sousse (691, ville)	918	Tozeur (21, ville)	94
Bizerte (466, ville)	501	Béja (67, ville)	91
La Goulette (489, ville)	493	Djerba	86
Sfax (420, ville)	431	Medjez el bab	74
Souk el Arba (246, ville)	394	Kairouan (58, ville)	68
Aïn Draham	297	Medenine	49
Gabès (241, ville)	246	Gafsa	36
		Maktar	35
		Total	9.973

Tableau II. — Répartition de la population française en Tunisie par profession.

PROFESSIONS	PERSONNES
Agriculteurs, viticulteurs	348
Propriétaires et rentiers	271
Avoués, avocats, agents d'affaires, commissaires-priseurs, syndics, arbitres	84
Commerçants, industriels, banquiers	885
Ecclésiastiques, membres des communautés religieuses	155
Employés des administrations de l'Etat	892
Employés chez les particuliers	780
Entrepreneurs de travaux	74
Ingénieurs, architectes, conducteurs de travaux	102
Journalistes	7
Magistrats	22
Manœuvres, ouvriers d'usines et de commerce	527
Médecins, pharmaciens, sages-femmes	51
Ouvriers d'art	471
Professeurs	215
Sans professions (femmes et enfants) ou professions inconnues	5.089
Total de la population française civile	9.973
Armée, brigade d'occupation : officiers 487 / troupe 9.130	9.617

§ 4. — **Population italienne en Tunisie.**

Un recensement effectué par les soins des agents consulaires italiens en 1882 a accusé en Tunisie la présence de 11.206 de leurs ressortissants.

Depuis cette époque, une statistique officielle de l'émigration italienne, à destination de la Tunisie, a donné les chiffres suivants :

1882	2.235 Immigrés	1887	633
1883	1.867	1888	902
1884	637	1889	639
1885	818	1890	522
1886	1.557		
		Total	9.810

A ces 9.810 immigrants, l'administration tunisienne ajoute les 11.206 Italiens recensés en 1882. Si l'on admet que les décès sont au même nombre que les naissances, bien que l'on n'en connaisse pas le chiffre, et que le nombre d'Italiens qui quittent la Régence est très faible, l'on peut estimer à 21.000 le nombre des Italiens habitant la Tunisie.

§ 5. — **Mouvement de la population.**

L'on ne connaît guère d'une manière précise, faute d'enregistrement régulier, le nombre de naissances, de mariages, de décès des indigènes. Voici quel est le mouvement de la population française habitant la Tunisie (1892) :

Mariages	117
Divorces	5
Naissances	396 (dont 33 naturelles)
Décès	312

Les naturalisations ont été au nombre de 200, pendant les cinq années de 1888 à 1892, dont 85 d'Italiens et 45 d'Anglo-Maltais.

II. — Statistique agricole.

§ 1. — **Superficie de la Tunisie distinguée sous le rapport de la nature du sol.**

On distingue en Tunisie :

Roches, landes, montagnes, etc.	4.000.000	hectares
Terres légères	3.000.000	—
Terres franches	1.000.000	—
Terres compactes	1.000.000	—
Dunes, sebkas, rivières, routes	3.000.000	—
Total	12.000.000	—

Le nord de la Tunisie contient environ 430.000 habitants, dont 250.000 habitent Tunis et les régions où domine la petite propriété ; 170.000 à peine occupent les 3.500.000 hectares qui appartiennent à la grande ou à la moyenne propriété. Si l'on retranche de ce chiffre les populations qui cultivent les plaines de Béja et de Souk-el-Arba, découpées en domaines de 40 à 60 hectares et relativement peuplées, il reste à peine 100.000 habitants pour une surface de 3 millions d'hectares.

La densité de la population varie donc de 200 habitants par kilomètre carré, sur certains points du littoral, Tunis, Marsa, la Goulette, Bizerte, Sousse, à 3 habitants par kilomètre carré dans les montagnes et vastes plaines du nord, et à moins d'un habitant dans le sud, aux confins du désert. La plus grande partie de la Tunisie, malgré une densité moyenne de 14 à 15 habitants par kilomètre carré, est en réalité déserte.

Dans le sud, le Sahel tunisien de Kalâa Kbira à Mehedia, malgré de grandes forêts d'oliviers, a une densité de 200 et 250 habitants par kilomètre carré ; il en est de même dans les oasis de l'Arad et dans l'île de Djerba. Le pays des Ksours, entre les chotts

et la frontière tripolitaine, a une densité de 50 à 60 habitants par kilomètre carré.

§ 2. — Forêts de la Tunisie.

Les forêts de la Régence couvrent une superficie d'environ 500.000 hectares : elles peuvent se diviser en deux groupes distincts : celui du Nord, et celui de l'Ouest et du Centre, séparés par la Medjerda.

2° Les boisements de pins d'Alep près de l'Aïn Fourna, dans la haute vallée de l'oued Miliane ;
3° Le grand boisement montueux de la Kessera ;
4° Le boisement des montagnes de Zlass ;
5° Les boisements de Sidi Youssef et de l'oued-Mellègue ;
6° La forêt de Nebeur sur la route du Kef à Souk-el-Arba ;
7° Les massifs de Haïdra ;
8° Les massifs de Maktar, 30.000 hectares environ ;
9° La forêt de Feriana, sur le territoire des Frechiche, 50.000 hectares ;

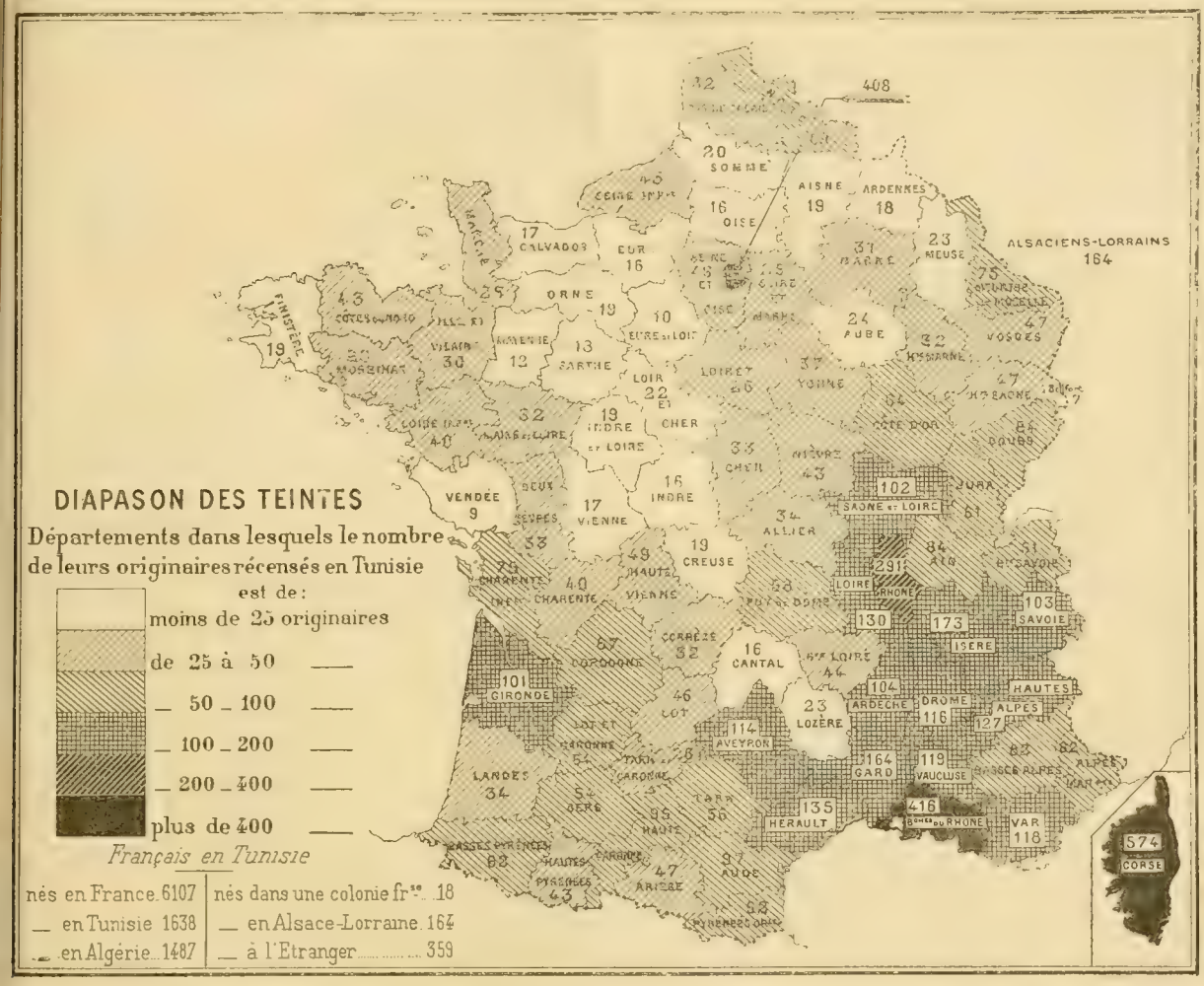


Fig. 1. — *Carte indiquant les départements originaires des Français recensés en Tunisie.*

Le groupe du Nord comprend :

1° Le massif de la Khroumirie occidentale, superficie approximative, 20.000 hectares ;
2° Le massif de la Khroumirie centrale, 46.000 environ ;
3° Le massif de la Khroumirie orientale, 35.000 ;
4° Les forêts des Nefta, d'une étendue approximative de 25.000 hectares ;
5° Le massif de Mogod, de Porto-Farina.

Le groupe de l'Ouest et du Centre comprend :

1° Les forêts de Zaghouan, de Djouggar et de Djebel Reças, qui sont plutôt des massifs de buissons et de maquis ;

10° La forêt de Thalah ;
11° La forêt de Cheba, 15.000 hectares.

Les plus belles forêts de la Régence sont situées en Khroumirie, l'essence la plus commune est le chêne-liège et le chêne zéen. Le nombre des chênes-lièges est évalué à 6 millions et demi, susceptibles de produire chaque année 30.000 quintaux de liège pour une valeur de 350.000 francs.

§ 3. — Division de la propriété.

On peut partager la Tunisie en deux grandes régions au point de vue de la constitution de la propriété.

Au nord, le grand « henchir » de 200 à 500 hec-

tares de terres labourables, la moyenne propriété de 50 à 60 hectares, le jardin ou le verger de 1 à 5 hectares. Au sud, la propriété géante de 5.000 à 100.000 hectares, occupe presque tout le territoire ; elle ne disparaît que dans l'extrême sud, où les terres n'appartiennent plus à personne. Et partout, dans les oasis, dans les Ksours, à Sfax comme à Sousse, le petit champ planté d'oliviers a entamé les terres vacantes ou l'immense henchir.

§ 4. — Population agricole.

Les essais de recensement, en 1889 et 1890, ont indiqué que le nombre des hommes valides pouvait être évalué à 227.000 en dehors de la ville de Tunis ; ces hommes sont ouvriers agricoles pour la plupart. La superficie totale des terres labourables ayant été évaluée à 6 millions d'hectares, il y aurait un homme par 27 hectares, proportion faible qui explique la généralité des jachères triennales :

OUVRIERS DU LITTORAL	
Contrôle de Tunis (ville exclue)	14.020
— de Bizerte	11.809
— de Grombalia	12.579
— de Sousse	38.877
— de Sfax	17.912
— de Gabès	21.938
— de Djerba	6.923
Commandement militaire de l'Aïn Draham	5.108
Total	129.166
OUVRIERS DE L'INTÉRIEUR	
Contrôle de Béja	9.060
— de Souk-el-Arba	8.865
— de Kef	19.292
— de Maktar	9.476
— de Kairouan	23.135
— de Gafsa	8.527
Total	78.355
Total du littoral	129 166
Total de la population ouvrière agricole	207.521

§ 5. — Surfaces ensemencées.

Le tableau III nous donne, en hectares, les surfaces ensemencées, d'après les cultures, par contrôle :

Tableau III.

	BLÉ	ORGE	MAÏS	AVOINE	TOTAL
Tunis	32.910	32.000	160	120	65.190
Nabeul	17.000	19.000	2.000	300	38.300
Sousse	73.500	57.000	150		130.650
Sfax	25 000	40.000			65.000
Djerba	1.660	3.890			5.550
Tozeur	150	120	180		450
Kairouan	53.650	71.720			125.370
Maktar	46.000	36.000			82.000
Le Kef	56.200	55.400			111.600
Souk-el-Arba	37.800	30.790	200	800	69.590
Béja	42.000	32.000	3.700	300	78.000
Bizerte	33.030	29.460	5.460		67.950
Commandements militaires					
Tunis	2.000	4.000			6.000
Sousse	950	580			1.530
Gabès	41.000	60.000			101.000
Gafsa	1.200	1.000			2.200
Totaux	464.050	472 960	11.850	1.520	950.380

§ 6. — Statistique des oliviers.

Le tableau IV indique, par territoire, le nombre des oliviers plantés.

Tableau IV.

TERRITOIRES	OLIVIERS EN PAYS D'ACHOUR	OLIVIERS EN PAYS DE KANOUN
Bizerte	527.224	
Tunis	2.592.851	
Béja	37.357	
Souk-el-Arba	6.000	
Le Kef	76.093	
Maktar	44.326	
Nabeul (caïdat de Soliman)	1.700.000	
Djerba	450.000	
Nabeul (caïdat de Nabeul)		355.000
Sousse		4.000.000
Kairouan		80.000
Sfax		533.481
Tozeur		101.770
Gouvernement de l'Arad		251.906
	5.433.851	5.322.155
Ensemble	10.756.006	

§ 7. — Récolte de l'huile d'olive.

Le tableau V nous donne la récolte de l'huile d'olive et de l'huile de grignons d'olives en 1893.

Tableau V.

	HUILE D'OLIVE	HUILES DE GRIGNONS
	litres	litres
Tunis	30.000	
Bizerte	10 000	
Béja	25.000	
Maktar	25.000	
Nabeul	1.500.000	140.000
Sousse	3.000.000	3.000.000
Sfax	1.500.000	
Djerba	100.000	
Kairouan	87.000	
Le Kef	150.000	
Gouvernement de l'Arad	50.000	
Totaux	6.477.000	3.140.000
Ensemble	9.617.000	

§ 8. — Statistique des palmiers.

Les palmiers se répartissent comme suit :

TERRITOIRES	CONTRÔLES CIVILS caïdats	NOMBRE DE PALMIERS
Tozeur	Gafsa	64.240
	Tamerza	46.000
	Tozeur	417.577
	Nefta	386.706
	El Oudiane	212.971
	El Hamma	73.698
	Nefzaoua	280.377
	Total	1.481.568

Djerba.	Djerba	308.675
Sousse..	Sousse	1.068
	Monastir	1.112
	Djemmal	94
	Mahedia	1.422
	Total	3.696
Sfax	Sfax	4.688
	Iles Kerkenna	19.263
	Aguerba	15
	Ouled Nedjem	21
	Ouled Nasseur	19
	Total	24.006
	Commandements militaires.	
Gabès...	Gabès	174.340
	Gafsa	19
		175.359
	Total général	1.992.304

Tableau VII. — Vignes en production (1893).

	HECTARES	VINS PRODUITS rouges	VINS PRODUITS blancs	MOYENNE PAR HECTARE
	hect	hect	hect.	hect.
Tunis	2.202,25	60.259,25	5.427,50	29,83
Sousse	306,25	5 512	120	18,40
Nabeul	548,51	9.914	190,20	18,42
Béja	250,30	5 230	174	21,60
Souk-el-Arba	266,02	5.995,84	831	25,66
Bizerte	117,25	757	10	6,55
Sfax	45	277	131	9,06
Kairouan	5	2,50		0,50
Le Kef	5,20	25	2,55	5,40
Totaux et moyenne	3.745,78	87.973,09	6.886,25	28
En 1890	2 123	47.936	5.031	25

Tableau VIII. — Culture du coton.

ANNÉES	CONTROLE DE BIZERTE — MENZEL-DJEMIL: Nombre de merdjas ensemencés	MENZEL-DJEMIL: Nombre de kil. récoltés	MENZEL-DJEMIL: Prix du quintal	MENZEL-ABDERRAHMANE: Nombre de merdjas ensemencés	MENZEL-ABDERRAHMANE: Nombre de kil. récoltés	MENZEL-ABDERRAHMANE: Prix du quintal
			fr.			fr.
1305 (1887-88)	400	3750	75	50	900	75
1306 (1888-89)	350	3000	67.50	40	800	67.50
1307 (1889-90)	300	2500	60	35	600	60
1308 (1890-91)	275	2250	60	35	600	60
1892	275	2250	60	35	600	60

§ 9. — Statistique de la vigne.

Le tableau VI nous indique les surfaces plantées et le tableau VII la production.

Tableau VI. — Surfaces plantées en vignes (1892).

	PLANTATIONS POSSÉDÉES par des Européens	PLANTATIONS POSSÉDÉES par des indigènes	PLANTATIONS EFFECTUÉES par des Européens
	hectares	hectares	hectares
Tunis	3.172,76	298.32	244,78
Sousse	432,16	4,18	10,98
Nabeul	521,73	183,11	4,50
Béja	281		2,50
Souk-el-Arba	268,40		1
Bizerte	131,18	512,08	32,47
Sfax	286,74		
Kairouan	14,73		
Le Kef	33,81	19,72	1,50
Djerba	2,32	64,65	2,11
Commandements militaires.			
Tunis	14,83	1	0,47
Gabès			16,98
	5.159,66	1.083,06	316,30

§ 10. — Culture du coton.

La culture du coton ne se fait, en Tunisie, qu'à Menzel-Djemil et à Menzel-Abderrahmane; elle tend à décliner, parce qu'elle n'est pas suffisamment rémunératrice. A Menzel-Djemil, elle est pratiquée par des indigènes qui ne sont pas propriétaires du sol, et qui, ne louant que pour une année, ne lui donnent pas la fumure nécessaire pour obtenir un bon rendement. A Menzel-Abderrahmane, où cette culture se fait sur une petite échelle, elle est entre les mains de quelques propriétaires qui donnent, au contraire, l'engrais nécessaire à leurs terres et qui obtiennent de ce fait un rendement double de celui de leurs voisins, à Menzel-Djemil. Le tableau VIII donne les résultats de cette culture.

§ 11. — Animaux domestiques.

	1888 Nombre de têtes.	1893 Nombre de têtes.
Chevaux	38.185	51.644
Anes et mulets	79.740	119.606
Bœufs	165.552	232.726
Moutons	761.094	1.223.481
Chèvres	427.450	681.636
Chameaux	86.617	122.694
Porcs	1.726	10.923

§ 12. — Statistique de l'opium.

Cette culture, concentrée aux environs de Porto-Farina, a donné les résultats indiqués par le tableau IX.

Tableau IX. — Production de l'opium à Porto-Farina (contrôle de Bizerte).

ANNÉES	NOMBRE DE MERDJAS ENSEMENCÉES	NOMBRE DE KILOG.	PRIX DU KILOG.
			fr.
1305 (1887-88).	60	225	36
1306 (1888-89).	50	210	36
1307 (1889-90).	50	195	40
1308 (1890-91).	40	160	36
1892.....	30	125	36

III. — Propriétés et Immatriculation.

Le tableau X nous donne le nombre, la contenance et la valeur des propriétés immatriculées.

Tableau X. — Propriétés immatriculées.

	NOMBRE	CONTENANCE	VALEUR VÉNALE	DÉPENSE, ASSURANCE, JUSTICE, PUBLICITÉ, TOPOGRAPHIE	
				par hectare	% de la valeur
		hectares	francs	francs	
Avant le 1er janvier 1889.....	44	9.134 48.30	1.372.985	2.17	1.44 %
En 1889.....	48	11.334.71.60	954.234	2.24	2.66
Du 1er janvier au 25 novembre 1890.....	64	17.949.70.05	963.315	1.76	3.21
Du 26 novembre 1890 au 31 décembre 1891.	58	10.153.85.72	828.087	3.59	4 26
En 1892.....	50	6.791.31.39	808.976	4.36	3.65

Le nombre total des titres d'immatriculation au 31 décembre 1894 était de 834 avec une contenance

Tableau XI. — Propriétés européennes acquises en Tunisie, superficies exprimées en hectares au 1er janvier 1893.

CONTROLES CIVILS	PROPRIÉTÉS FRANÇAISES	PROPRIÉTÉS ÉTRANGÈRES	TOTAL
	hectares	hectares	hectares
Tunis.....	67.063,07	4.410,24	71.473,31
Nabeul	45.750,79	236,04	45.986,83
Sousse.....	135.115,50	308,31	135.423,81
Kairouan.....	13.306,16		13.306,16
Sfax.....	19.089,75	1.184,27	20.274,02
Gabès.....	2.022,42		2.022,42
Bizerte.....	33.733,21	102,80	33.836,01
Béja.....	31.855,50	8.008	39.863,50
Souk-el-Arba....	2.761	97,50	2.858,50
Le Kef.....	51.514	13.011,73	64.525,73
Totaux.....	402.211,40	27.358,89	429.570,29

de 505.110 hectares et une valeur globale de 14.704.000 francs.

Demandes d'immatriculation reçues par le conservateur de la propriété foncière, et relatives à des immeubles :

Ruraux.....	291
Urbains.....	290
Total.....	591

Les immeubles faisant l'objet des demandes d'immatriculation se répartissent comme suit au point de vue de leur valeur :

	RURAUX	URBAINS
3.000 francs et au-dessous.	88	49
3.001 à 6.000 francs....	40	35
6.001 à 12.000 —	36	88
12.001 à 30.000 —	25	67
30.001 à 60.000 —	13	29
60.001 à 100.000 —	5	16
100.001 à 200.000 —	2	3
200.001 et au-desssus.....	2	3
	211	290
	501	

IV. — Chemins de fer de Tunisie.

Les chemins de fer tunisiens sont concédés à la Compagnie Bône-Guelma. Ils comprennent la ligne de Tunis à la frontière algérienne, celle de Tunis à Hammam-Lif (1894), celle de Béja-Gare à Béja-Ville, celle de Djedeida à Bizerte.

Longueur totale construite.....	299 kil.
Longueur moyenne exploitée	238 —
Nombre de voyageurs à toute distance.	390.718
Nombre de tonnes à toute distance....	81.703 —
Recettes de la grande vitesse.....	750.500 fr.
Recettes de la petite vitesse.....	844.700 —
Recette kilométrique.....	6.700 —

Il faut ajouter la ligne d'Hammam-Lif à Nabeul, avec embranchement sur Menzel-bou-Zalfa, aujourd'hui terminée et comportant une longueur de 70 kilomètres.

Voici le détail des chemins de fer pour novembre 1895 :

Tunis-Ghardimaou.....	189 kil.	voie large
Embranchement de Djedeida-Bizerte.....	73 —	—
Embranchement du Pont-de-Trajan à Béja.....	13 —	—
Tunis-Hammam-Lif.....	17 —	—
Tunis-Aoïuna-la-Goulette.....	17 —	—
Embranchement sur la Marsa..	7,5	—
Hammam-Lif, Fondouk-Djedid, Grombalia à Nabeul.....	61 kil.	voie étroite

Embranchement Koudouk-Djedid à Menzel Bou-Djelfa.....	13 —	— (1 m.)
Sousse-Kairouan, traction de chevaux.....	60 —	voie de 60 cent.

Sont en construction et seront terminés pour 1898 :

Sousse-Kalaa-Sbira et l'Enfida, avec prolongement jusqu'à Bir-bou-Rekba, sur la ligne de Tunis à Nabeul.....	93 kil.
Embranchement de Kalaa-Sbira à Kairouan	55 —
Sousse-Menzel-Moknine.....	47 —
Tunis à Zaghouan par Oudna.....	61 —
Embranchement de Semindja au Pont de Fahs.....	12 —

Éventuellement et dans un avenir prochain :

Sfax à Gafsa.....	205 kil.
Fahs au Kef.....	125 —
Sousse-Menzel-Sfax par El Djem.....	100 —

Tableau XII. — Commerce extérieur de la Tunisie

	EXPORTATIONS	INPORTATIONS
1303 (du 13 octobre 1885 à 12 octobre 1886).....	20.058.514	28.498.043
1304 (1886-1887).....	20.557.762	36.894.475
1305 (1887-1888)	19.660.978	31.228.403
1306 (1888-1889).....	18.104.857	31.153.939
1307 (1889-1890).....	30.599.222	29.194.520
1308 prolongé (13 oct. 1890 au 31 déc. 1891).....	51.289.415	48.187.892
1892.....	37.199.502	39.325.622
1893.....	29.685.323	38.383.232
1894.....	36.932.766	41.922.715

Tableau XIII. — Part des principaux pays en 1885 et en 1894

PAYS	EXPORTATIONS				IMPORTATIONS			
	1885		1892		1885		1892	
	Nombres absolus	Proportion %	Nombres absolus	Proportion %	Nombres absolus	Proportion %	Nombres absolus	Proportion %
France.....	2.699.591,10	13,3	19.874.223	58,8	14.426.975,00	50,6	22.941.923	54,7
Algérie.....	2.161.467,60	11,0	6.037.865	16,4	762.519,60	2,7	1.955.097	4,6
Italie.....	9.112.694,40	45,4	3.163.454	8,6	3.803.394,00	13,4	4.198.722	10,0
Malte.....	1.265.751,00	6,3	2.119.303	5,7	2.019.559,80	7,1	6.023.390	14,4
Angleterre....	2.673.612,00	13,3	2.573.737	6,9	4.653.237,60	17,7	1.628.211	3,9
Autres pays...	2.145.428,40	10,7	3.164.184	8,6	2.832.357,60	8,5	5.175.372	12,4
Totaux.....	20.058.514,80		36.932.766		28.498.043,60		41.922.715	

Tableau XIV. — Exportations en 1894

PRINCIPALES MARCHANDISES	
MARCHANDISES	VALEURS
Eponges lavées.....	1.260.780 k.
Alfa.....	1.457.870
Huile d'olive	6.898.870
Laine en suint.....	193.707
Peaux de bœufs, de vaches...	295.656
Poissons salés.....	491.701
Tan.....	2.259.647
Bestiaux.....	5.780.659
Blé	6.327.550
Orge.....	3.877.608
Légumes secs.....	204.351
Tissus de laine.....	590.764
Vins.....	603.050
TOTAL.....	29.232.213
Autres marchandises.....	7.700.553
TOTAL GENERAL.....	36.932.765

V. — Commerce.

En 1875, l'importation et l'exportation réunies atteignaient 27 millions de francs, en 1894, leur importance était de 78.800.000 francs. En vingt ans, les transactions ont presque triplé. (Tableaux XII, XIII, XIV, XV et figures 2, 3, 4.)

Tableau XV. — Importations en 1894

MARCHANDISES	VALEURS
Bois de construction.....	914.401 k.
Céréales en graines (froment et orge)	2.669.368
Soies grèges, moulinées, pliées....	1.716.797
Denrées coloniales, sucre, café.....	3.292.605
Farines et semoules.....	5.117.029
Métaux bruts et ouvrés.....	2.834.387
Machines et mécaniques.....	787.973
Vêtement et lingerie.....	1.448.408
Peaux préparées.....	1.321.077
Tissus de coton.....	5.597.344
Vins et eaux-de-vie.....	1.574.240
TOTAL des marchandises ci-dessus.	27.273.559
Autres marchandises.....	14.649.156
TOTAL GÉNÉRAL.....	41.922.715

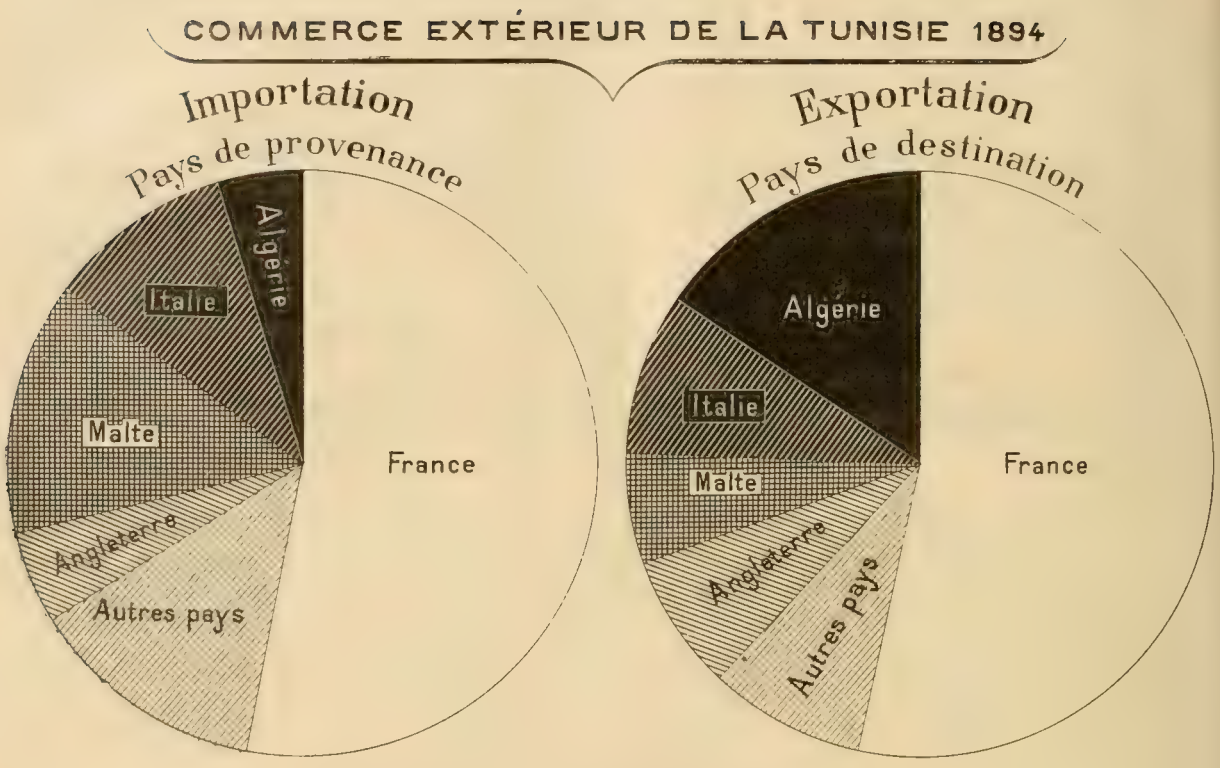


Fig. 2. — *Commerce de la Tunisie avec les principaux pays.*

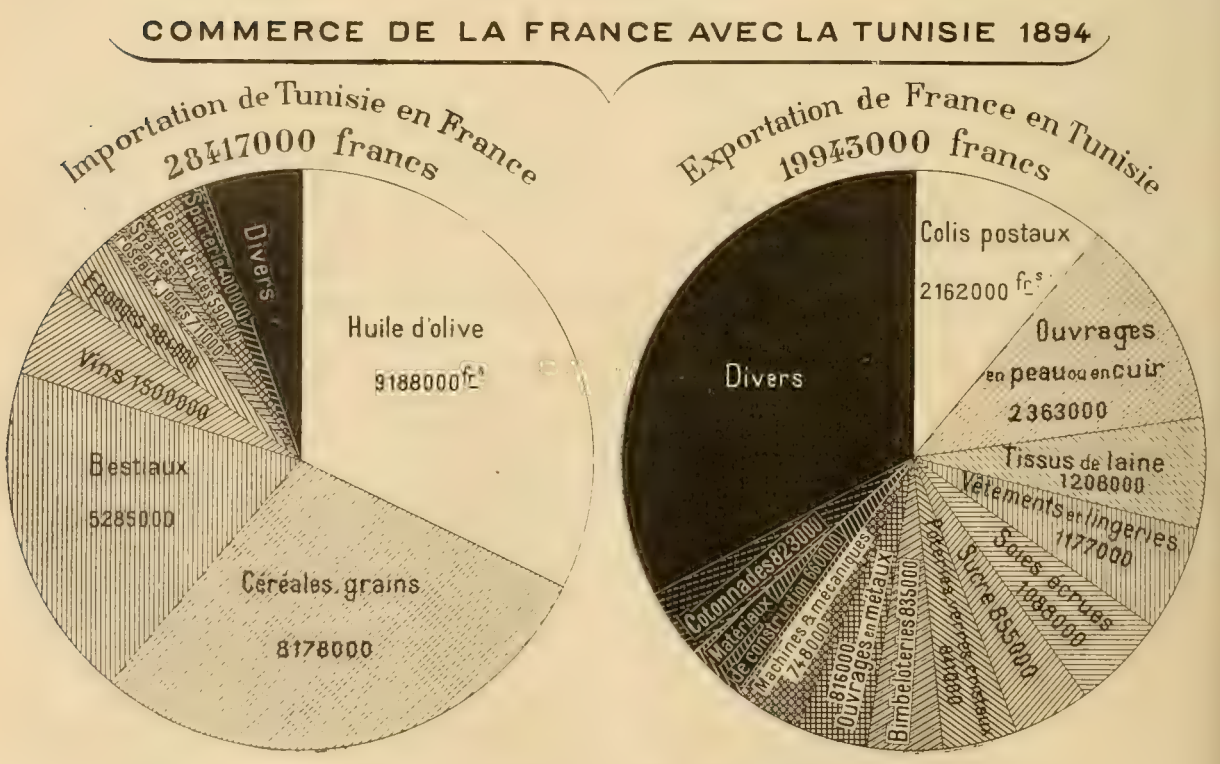


Fig. 3. — *Commerce de la Tunisie avec la France.*

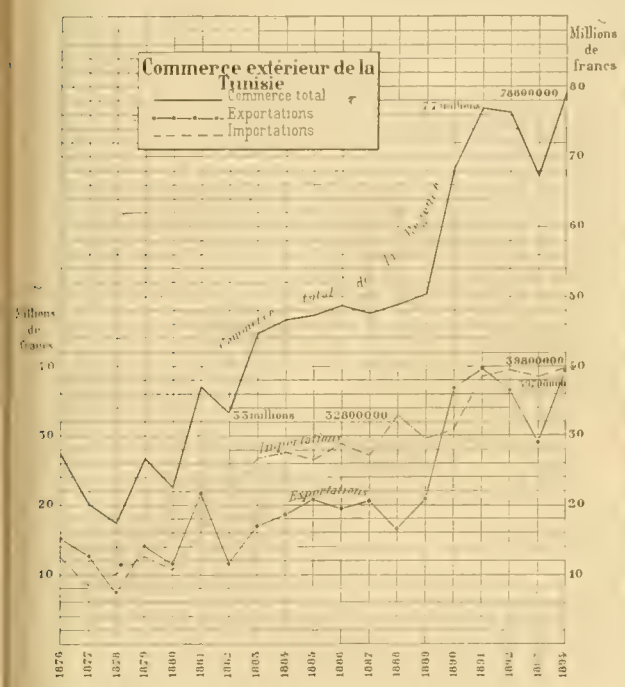


Fig. 4. — *Commerce extérieur de la Tunisie.*

VI. — Industrie.

La Tunisie est un pays presque exclusivement agricole; d'ailleurs l'on y relève un certain nombre d'industries assez actives. Au premier rang figurent l'huilerie, qui est une industrie presque purement agricole, les industries textiles et connexes : fabrication des chéchias, des tapis de Kaïrouan, des couvertures du Djerid et de Djerba, des tissus de toutes sortes, de laine, de soie, de coton et de substances mélangées, teinturerie et préparation des fils.

Voici le dénombrement des établissements des industries principales en Tunisie : le tableau XVI indique le nombre de chaudières et machines qu'elles emploient.

Brasseries : 4 établissements (Bizerte, Sousse, Tunis);
Distilleries, liqueurs, boissons gazeuses : 53 (dont 27 à Tunis);
Huileries d'olive : 125 (dont 87 à Sousse, 15 à Sfax, 11 à Tunis);
Minoterie : 9 (dont 5 à Tunis);
Fabriques de pâtes alimentaires : 34 (dont 25 à Tunis);
Fabriques de glace artificielle : 8 (dont 4 à Tunis);
Huileries de grignons, au sulfure de carbone : 5 (dont 4 à Sousse);
Mégisseries et tanneries : 5 (dont 4 à Tunis);
Savonneries : 9 (dont 7 à Tunis);
Usines à gaz : 3 (dont 2 à Tunis);
Imprimeries : 16 (dont 10 à Tunis, 2 à Sfax, 2 à Sousse);
Fabriques de foudres et futailles : 13 (dont 8 à Tunis, 2 à Sousse, 2 à Sfax);
Menuiseries et scieries mécaniques : 8 (dont 5 à Tunis.)
Ateliers mécaniques de constructions en fer : 14 (dont 7 à Tunis);
Fonderies de fer et de cuivre : 4 (toutes à Tunis);
Briqueteries et tuileries : 18 (dont 7 à Tunis, 5 à Souk el Arba);
Fabriques de carrelages, ciment comprimé : 6 (dont 5 à Tunis);
Fabriques de chaux : 25 (dont 7 à Tunis, 6 à Souk el Arba);
Ateliers de carrosserie : 15 (dont 8 à Tunis);

Tableau XVI. — Chaudières et machines à vapeur, à gaz et à pétrole relevées dans l'ensemble de la région, par industrie.

Nature des industries	Nombre de chaudières	Nombre de machines	Force en chevaux
Ateliers mécaniques des constructions métalliques	9	9	87
Baliseurs, canots, remorqueurs	9	9	170
Boissons gazeuses	1	1	2
Briqueteries et tuileries	6	6	59
Carrières de marbre, sable, etc.	4	3	102
Chantier d'alfa	2	2	8
Chaux et ciments	2	2	50
Distilleries	4	4	20
Eclairage électrique	4	5	80
Foudres et futailles		1	6
Glace artificielle	8	7	347
Administrat. de la Guerre	2	2	25
Huileries	19	24	352
Imprimeries		3	11
Industries agricoles	24	24	209
Machines élévatoires hydrauliques	2	3	75
Minoteries	7	7	224
Municipalités, ponts et chaussées	6	6	110
Fabriques de biscuits		1	6
Sabotage de traverses de chemin de fer	1	1	16
Scieries et menuiseries mécaniques	4	4	35
Travaux des ports	6	6	142
Usines à gaz	2	2	16
Manufactures de tabacs	1	1	12
Passementeries	1	1	4
TOTAL	124	134	2168

VII. — Navigation.

La position avantageuse de la Tunisie a toujours assuré la facilité des rapports commerciaux de ses ports avec l'Europe et l'Asie. Après un long engourdissement, la Tunisie est en train de se relever, grâce au Protectorat français; les communications avec l'Europe, Malte et le reste de l'Afrique, sont assurées par plusieurs compagnies : *Cie générale Transatlantique*, *Cie Touache*, *Cie des transports maritimes*, etc., sans compter plusieurs centaines de petits navires qui se livrent au cabotage et à la pêche.

Le commerce maritime doit devenir très considérable dans un pays particulièrement favorisé par le développement, la disposition et la nature des côtes. Il n'y a pas, en Tunisie, de point situé à plus de 275 kilomètres d'une côte accessible aux navires. On a commencé par les ports de Tunis et

Tableau XVII. — Mouvement de la navigation par port.

	ENTRÉES				SORTIES			
	Navires	Tonnage	Tonnes débarquées	Passagers	Navires	Tonnage	Tonnes embarquées	Passagers
Tabarka	305	69.668	3.400	1.144	285	68.840	7.060	874
Bizerte	343	89.302	16.657	1.682	339	89.169	3.451	1.426
Rhar el Melah	34	150	39	15	30	136	95	29
Tunis-Goulette	1.365	594.195	141.809	21.568	1.359	591.888	69.473	18.497
Kalibia	72	1.032	244	76	72	1.032	667	100
Hammamet	176	2.379	480	203	174	2.412	1.857	302
Sousse	1.092	263.206	35.554	3.749	1.087	261.961	38.061	3.868
Monastir	519	186.572	5.569	597	516	186.489	5.303	372
Mahdia	932	186.587	2.595	796	932	186.587	9.576	971
Sfax	2.098	215.804	19.164	4.287	2.099	215.573	26.035	4.631
Kerkennah	335	1.084	814	101	357	1.204	493	80
La Skira	260	15.040	890	264	263	15.104	8.479	195
Gabès	672	198.135	11.932	3.458	671	198.122	10.869	3.347
Djerba	702	182.237	4.246	3.218	708	181.874	2.686	3.753
Zarzis	183	5.298	616	143	182	5.255	4.757	118
TOTAUX	9.088	2.010.689	244.009	41.301	9.074	2.005.646	188.862	28.463

Tableau XVIII. — Mouvement annuel de la navigation tous ports réunis).

	Navires	Tonnes débarquées	Passagers	Navires	Tonnes embarquées	Passagers
1304 (1886-1887)	6.693	154.725	55.064	6.431	117.942	46.662
1305 (1887-1888)	6.984	199.630	48.059	6.730	105.779	44.637
1306 (1888-1889)	7.738	212.935	44.693	7.432	110.154	44.306
1307 (1889-1890)	6.657	163.937	45.493	6.262	155.530	44.859
1891	5.709	188.805	52.345	8.774	243.780	51.985
1892	9.442	207.150	58.166	9.376	177.835	56.617
1893	9.171	227.213	52.528	9.083	116.402	47.949
1894	9.088	245.009	41.301	9.074	188.862	38.463
1895	9.573	272.061	54.766	9.607	236.429	48.570

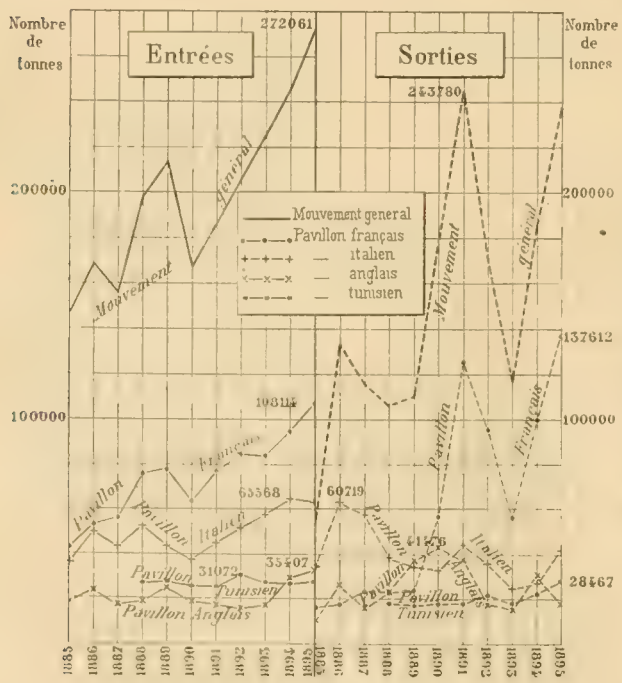


Fig. 5. — *Mouvement de la navigation réparti par pavillons (entrées et sorties séparées).*

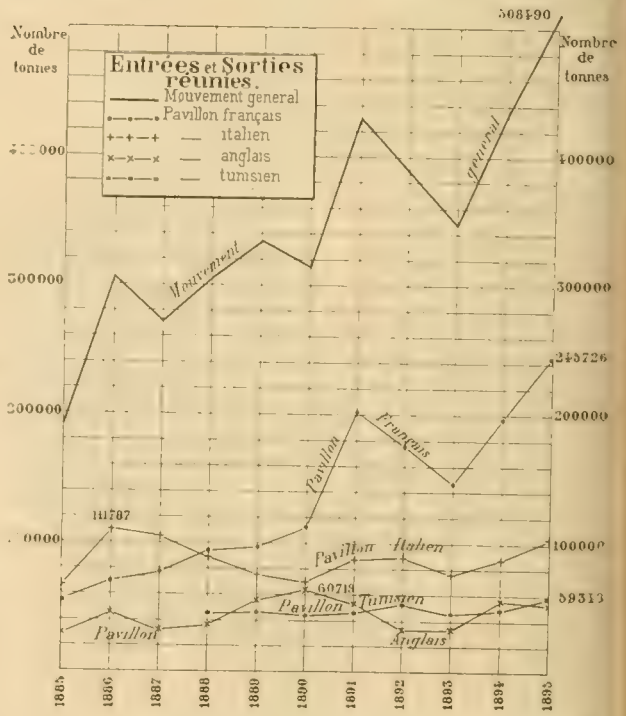


Fig. 6. — *Mouvement de la navigation réparti par pavillons (entrées et sorties réunies).*

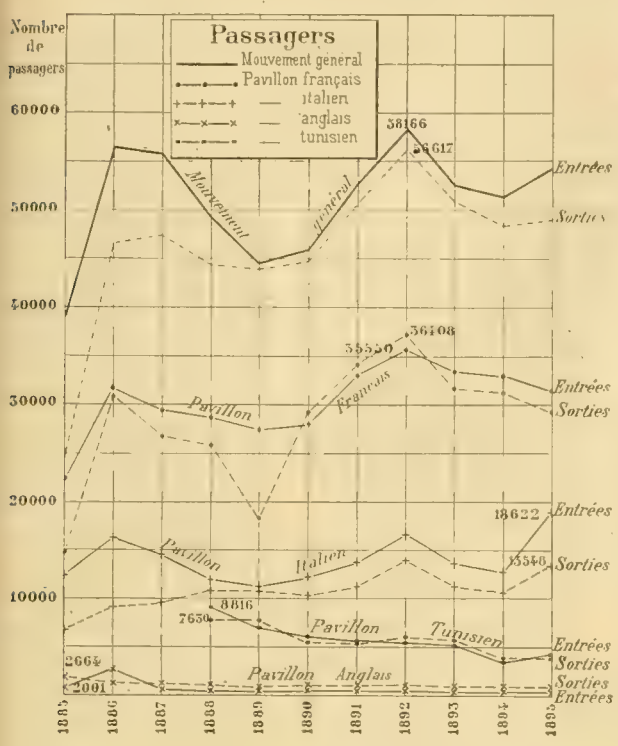


Fig. 7. — *Mouvement des passagers réparti par pavillons des Compagnies de transport.*

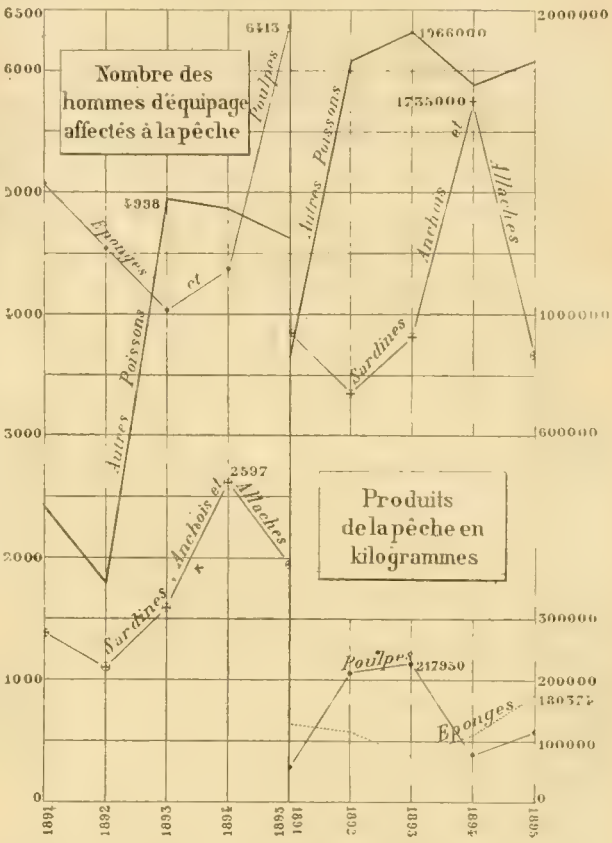


Fig. 8. — *Graphique montrant le nombre des hommes affectés aux différentes pêches et le produit de ces pêches en kilogrammes.*

de Bizerte; on continue par ceux de Sousse et de Sfax. Tabarka, port d'assez bonne tenue (pêche et exportation des bois), Hammamet (port de pêche), Gabès, Zarzis, ont été ou seront prochainement améliorés. En attendant, le service des travaux publics s'est préoccupé d'éclairer les routes maritimes par la création de phares et de feux. (Voir l'article consacré aux Travaux publics.)

VIII. — Pêcheries.

Les chiffres qui figurent dans les tableaux XIX, XX, XXI et XXII sont aisément connus, car un certain nombre de droits sont établis sur les barques de pêche, sur le nombre d'hommes qui les montent et sur les produits de leur travail.

En 1894, 1.493 barques, montées par 4.441 hommes, ont été employées à la pêche des éponges et des poulpes, et la valeur estimée de leur pêche a été de 1.213.000 francs.

En 1892 le nombre des bateaux était de		.....	170
En 1893	»	»	242
En 1894	»	»	403

Tableau XIX. — Pêche des sardines, anchois, allaches, en 1895

CENTRES DE PÊCHE	PAVILLON	NOMBRE			PRODUIT DE LA PÊCHE					
					SARDINES		ANCHOIS		ALLACHES	
		de navires	de tonneaux de jauge	d'hommes d'équipage	en kil.	en fr.	en kil.	en fr.	en kil.	en fr.
Tabarka.....	Italien	161	909	956	139.720	39.125	18.200	12.015	»	»
Porto-Farina..	»	64	512	384	2.000	2.500	1.600	2.000	»	»
Sousse.....	»	20	80	120	65.400	8.938	»	»	»	»
Monastir.....	Tunisien	10	25	30	1.310	575	»	»	»	»
Mehdia.....	Italien	94	1410	470	»	»	»	»	610.000	91.500
TOTAL.....		349	2936	1960	208.430	51.138	19.800	14.015	610.000	91.500

Tableau XX. — Mouvement annuel total des pêches diverses sur les côtes de la Régence

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	1890		1891		1892		1893		1894	
	QUANTITÉS	VALEUR	QUANTITÉS	VALEUR	QUANTITÉS	VALEUR	QUANTITÉS	VALEUR	QUANTITÉS	VALEUR
		fr.		fr.		fr.		fr.		fr.
Sardines	1.629.000	521.280	430.652	137.820	155.280	33.900	338.610	84.410	613.056	180.520
Anchois	1.000.000	800.000	495.158	396.150	317.920	201.000	393.640	247.740	795.624	341.950
Allaches					243.080	36.500	184.410	27.700	325.962	48.900
Poissons divers, crustacés, etc.			820.000	685.000	1.816.606	752.195	1.965.715	841.210	1.749.110	682.250
Eponges	111.543	844.040	105.675	707.500	91.233	1188.500	103.600	1346.800	115.590	1166.860
Poulpes	98.650	112.680	53.500	67.500	207.500	96.100	217.950	98.050	84.030	46.780

Tableau XXI. — Pêche des éponges et poulpes en 1895

CENTRES DE PÊCHE	GENRE DE PÊCHE	PAVILLON	NOMBRE DE NAVIRES	JAUGE	ÉQUIPAGE	PÊCHEURS A PIED
Sousse	Poulpes	Tunisien	11	7	22	30
Monastir	Poulpes	Tunisien	15	15	45	»
Mehdia	Éponges lavées et poulpes	Ottoman	5	52	62	»
Sfax	Éponges lavées et poulpes	Grec	148	1.608	586	»
		Italien	537	562	1.245	»
	Éponges brutes et poulpes	Tunisien	702	1.136	2.536	650
Djerba	Éponges lavées et poulpes	Grec	97	641	452	»
		Italien	1	19	6	»
		Ottoman	5	73	46	»
		Tunisien	31	68	96	»
	Éponges brutes et poulpes	Tuntsien	98	196	296	18
Zarzis	Éponges lavées et poulpes	Grec	9	9	28	»
		Tunisien	54	54	162	»
	Éponges brutes et poulpes	Tunisien	43	43	129	4
TOTAL			1756	4.483	5.111	702

Tableau XXII. — Pêche des poissons autres que sardines, anchois et allaches, en 1895

CENTRES DE PÊCHE	NAVIRES	JAUGE	ÉQUIPAGE	PÊCHEURS A PIED	PÊCHERIES EN ACTIVITÉ
Tabarka	7	7	84	»	»
La Galite	11	21	62	»	»
Bizerte	22	44	88	20	1
Porto Farina	7	9	21	20	1
Tunis-Goulette	90	335	366	25	1
Kelibia	4	4	16	5	»
Hammamet	3	6	14	»	»
Sousse	47	47	126	»	»
Monastir	92	110	113	»	»
Mehdia	48	55	144	»	»
Safx et Kerkenna	418	822	1654	950	900
Skira	2	3	4	5	2
Gabès	10	12	32	12	»
Djerba	84	100	200	»	85
Zarzis	9	9	54	»	»
TOTAL	864	1584	2918	1737	990

IX. — Postes et télégraphes.

§ 1. — Postes.

	1888	1894
Longueur des chemins de fer et des routes parcourues par les courriers	1.677 kil.	3.760
Parcours quotidien des courriers de terre et par chemin de fer	2.753 —	5.455
Nombre de bureaux de poste	25	61
Nombre de distributions	8	156
EXPLOITATION		
Nombre de correspondances (départ et arrivée)	4.300.000	12.118.896
Mandats-poste émis et payés — Nombres	125.059	272.913
Mandats-poste émis et payés — Montant	8.936.535 fr.	14.313.714 fr.
Chargements-départ — Nombres	58.344	145.591
Chargements-départ — Montant	2.509.490 fr.	8.100.693 fr.
Chargements-arrivée — Nombres	20.562	52.068
Chargements-arrivée — Montant	1.067.866 fr.	2.637.919
Colis-postaux — Nombres	»	140.962

§ 2. — Télégraphes.

Longueur des lignes	1.967 kil.	2.456 kil.
Longueur des fils	3.520 —	4.890 —
Bureaux de télégraphes	26	64
Gares ouvertes à la télégraphie	6	9
Télégrammes reçus et envoyés	520.957	636.420

§ 3. — Téléphones.

	1891	1894
Longueur des lignes des réseaux urbains	— 73	— 146
Longueur des lignes interurbaines	39	307
Nombre des postes d'abonnés	81	161
Nombre de conversations	70.000	215.000

§ 4. — Produits de l'exploitation postale.

Postes	228.000 fr.	343.000 fr.
Télégraphes	293.000 —	329.000 —
Téléphones		30.000 —

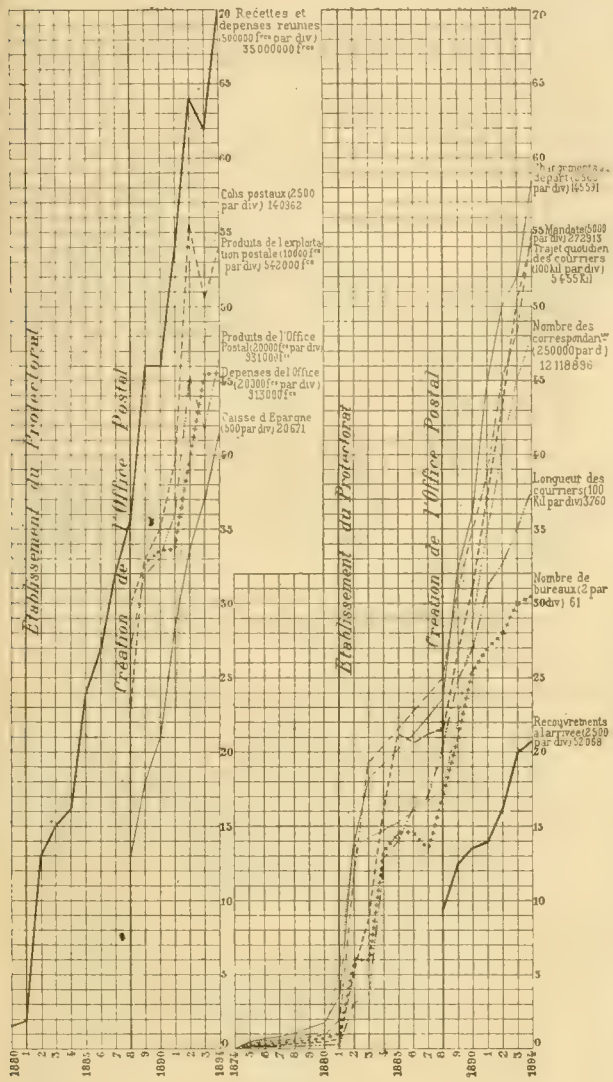


Fig. 9. — *Graphique montrant les résultats de l'exploitation postale.*

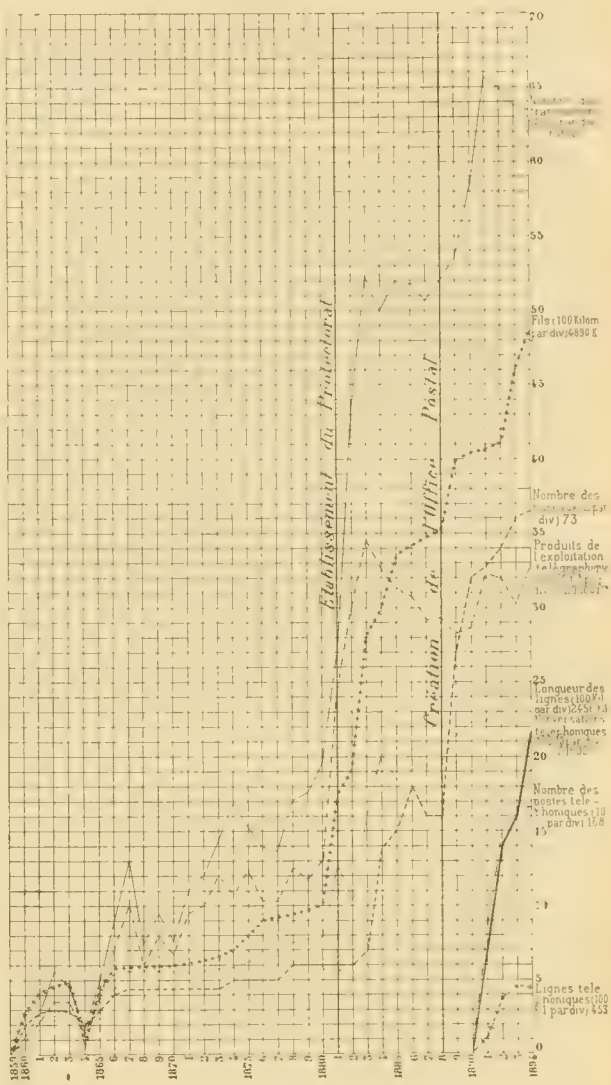


Fig. 10. — *Graphique montrant les résultats de l'exploitation télégraphique et téléphonique.*

Loyers payés par le gouvernement tunisien	15.000 fr.	15.000 fr.
Subventions de la Caisse d'épargne		15.000 fr.
TOTAUX	336.000 fr.	932.000 fr.
DÉPENSES	590.000 fr.	913.000 fr.
PRODUIT NET — déficit	54.000 fr.	»
PRODUIT NET — bénéfice	»	19.000 fr.

X. — Banque de Tunisie.

Les tableaux XXIII, XXIV, XXV (page 1214), sont le résumé de l'activité de cette institution.

XI. — Caisse d'épargne patronale.

		1888	1894
Nombre de livrets ouverts		885	2.168
Versements	Nombre	5.010	13.069
	Montant	468.903 fr.	1.875.096 fr.
Remboursements	Nombre	1.561	7.602
	Montant	266.801 fr.	1.429.644 fr.
Total des opérations	Nombre	6.571	20.671
	Montant	735.704 fr.	3.304.740 fr.
Solde dû aux déposants		349.000 fr.	2.081.177 fr.

XII. — Budget de la Tunisie.

1° Recettes.

§ 1er. — Produits ordinaires.

I. — Impôts directs.

		francs
Medjba		4.496.275,35
Contributions foncières	Kanoun des oliviers et dattiers	1.431.699,98
	Dîme sur les oliviers	176.429,30
	Achour payable en nature	1.001.885,31
	— en argent	592.159,32
	Mradjas	39.842,77
	Khodors	60.693,55
	Taxe sur les loyers	73.636,30
Patentes		40.826,36

II. — Impôts et revenus indirects.

Droits sur les mutations d'immeubles		625.222,57
Timbre		389.960,31
Mahsoulats	Affermés	1.540.304,61
	Régis	1.352.359,31

Tableau XXIII. — Opérations de la Banque de Tunisie pendant les années 1890, 1891 et 1892.

	EN CAISSE				
	SOLDE AU 1er JANVIER	MONTANT DES SOMMES REÇUES	TOTAL	MONTANT DES SOMMES VERSÉES	SOLDE AU 31 DÉCEMBRE
1890	362.588	20.644.317,50	21.006.905,50	20.637.338,10	369.567,40
1891	369.567,40	34.998.705,41	35.368.272,81	35.027.231,11	341.041,70
1892	341.041,70	42.915.552,98	43.256.594,68	42.449.646,60	806.948,08

Tableau XXIV. — Portefeuille (Banque de Tunisie).

	SOLDE AU 1er JANVIER	MONTANT DES EFFETS PRÉSENTÉS	TOTAL	MONTANT DES EFFETS SORTIS	SOLDE AU 31 DÉCEMBRE
1890	508.040,80	23.148.442,45	23.656.483,25	23.218.534,35	437.958,90
1891	437.958,90	41.414.269,99	41.852.228,89	40.023.928,07	1.828.300,82
1892	1.828.300,82	45.903.897,99	47.732.198,81	46.111.978,84	1.620.219,97

Tableau XXV. — Dépôts (Banque de Tunisie).

	SOLDE AU 1er JANVIER	MONTANT DES VERSEMENTS	TOTAL	MONTANT DES RETRAITS	SOLDE AU 31 DÉCEMBRE
1890	529.678,50	5.059.209,65	5.588.888,15	4.422.603,55	1.166.284,60
1891	1.166.284,60	10.007.118,87	11.173.403,47	9.674.600,68	1.498.802,79
1892	1.498.802,79	12.034.511,57	13.533.314,36	12.015.604,56	1.517.709,80

Douanes	Droits à l'exportation	1.544.903,86
	Droits à l'importation et assimilés	2.858.205,62
	Droits sur les vins et spiritueux	167.091,06
Droits maritimes	Droits sanitaires et de phares	73.097,95
	Droits de port	19.027,74

III. — MONOPOLES ET EXPLOITATIONS INDUSTRIELLES DE L'ÉTAT.

Produits de la direction des monopoles	Produits de la vente des tabacs	1.219.438,86
	Produits de la vente des poudres à feu	222.650,70
	Produits de la vente des sels	631.468,52
Produits de l'office des Postes et Télégraphes	Produits des Postes	573.588,66
	— des Télégraphes	334.602,26
	— des Téléphones	30.994
	Subvention de la Caisse d'épargne de France	17.539

IV. — PRODUITS ET REVENUS DU DOMAINE DE L'ÉTAT.

Produit du domaine autre que le domaine forestier	703.370,79
Produit des pêcheries	261.702,76
— des forêts	635.321,33
— des mines	7.553,01

V. — PRODUITS DIVERS DU BUDGET.

Droits de chancellerie du Nichan-Iftikhar	23.319
Contribution de l'administration des habous	22.036,96
Autres droits et taxes, amendes, recettes accidentelles	638.135,32
Total de la première partie, ressources ordinaires	24.735.312,50
§ 2. **Ressources exceptionnelles** (excédent des exercices précédents)	3.209.430
Autres ressources et comptes d'ordre	8.128.408,69
Total des ressources extraordinaires	11.337.838,69

RÉCAPITULATION DES RECETTES.

§ 1. Recettes ordinaires	24.735.312,50
§ 2. Ressources extraordinaires	11.337.838,69
Total des recettes (1895)	36.073.151,19

2° Dépenses.

Chapitre I. — Direction générale des finances.	
Liste civile de S. A. le Bey	900.000
Dotation des princes et princesses de la famille Husseinite	600.000
Personnel et service du palais	120.000
Dette tunisienne	6.251.414,13
Total	7.931.414,13
Autre dépense	3.404.267,57
Total du chapitre I	11.335.681,70
Chapitre II. — Office des Postes et Télégraphes	951.422,79
Chapitre III. — Administration générale	3.092.073,60
— IV. — Renseignements et contrôles, agriculture	1.264.684,18
Chapitre V. — Enseignement public	782.966,79
— VI. — Armée tunisienne	623.873,87
— VII. — Direction générale des travaux publics	405.691,02
Chapitre VIII. — Dépenses imprévues	—
— IX. — Dépenses exceptionnelles (chemins de fer, téléphones, etc.)	6.110.333,48
Total des dépenses effectives (1895)	28.212.727,43

V. Turquan,
Directeur de la Statistique au Ministère du Commerce.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Niewenglowski (B.), *Docteur ès sciences, Ancien Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Louis-le-Grand, Inspecteur de l'Académie de Paris.* — **Cours de Géométrie analytique.** *Tome III.* **Géométrie dans l'espace,** *avec une* **Note sur les transformations en Géométrie,** *par* **Emile Borel,** *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.* — *1 vol. in-8° de 572 pages. (Prix : 12 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Le tome III du Cours de M. Niewenglowski[1] renferme la *Géométrie dans l'espace* et une *Note* de M. Borel *sur les transformations en Géométrie.* Il contient, de plus, outre les exercices proposés à la fin de chaque chapitre et les énoncés des questions de géométrie analytique donnés dans les concours en 1895, une demi-douzaine de notes intéressantes empruntées au cours professé par M. Darboux en 1895-96 et se rapportant à des questions géométriques particulières, telles que l'homologie, la cubique lieu des foyers des coniques inscrites à un quadrilatère, le théorème de Pascal, etc.

La géométrie dans l'espace est développée avec une ampleur et une richesse de détails vraiment inusitées; à elle seule elle tient plus de place (464 pages) que les géométries réunies, à deux et à trois dimensions, des traités d'autrefois. Quant à la note de M. Borel (78 pages), bien que limitée au domaine des mathématiques spéciales, elle constitue une addition d'un prix inestimable. Pour la première fois, nous voyons paraître, dans un ouvrage français, une exposition didactique *ab initio* des principes dus à M. Lie; pour la première fois, les méthodes de l'éminent géomètre norvégien sont introduites dans la littérature mathématique classique.

La Géométrie dans l'espace est divisée en 31 chapitres, accompagnés chacun de nombreux exercices. Les cinq premiers chapitres concernent les coordonnées, le plan, la ligne droite, la sphère. Signalons le chapitre VI, où l'on étudie les courbes gauches et leurs courbures. Puis vient un chapitre sur les plans tangents : les rayons de courbure principaux et la courbure moyenne y sont exprimés. Les lieux géométriques, la génération des surfaces ou des lignes, les surfaces réglées, les enveloppes occupent les chapitres suivants. Le onzième est consacré aux systèmes de droites, aux complexes, aux congruences, et le douzième aux figures homothétiques. On étudie alors la classification des quadriques, la théorie du centre, les plans diamétraux et la réduction de l'équation du second degré. Les pôles et les plans polaires conduisent aux polaires réciproques, qui permettent l'interprétation des coordonnées tangentielles. Viennent ensuite les diamètres conjugués, les cônes du second degré, les plans tangents et les normales étudiés sur les formes réduites, puis les génératrices rectilignes et les sections circulaires. Les chapitres XXVI, XXVII et XXVIII concernent la discussion d'une équation numérique du second degré, la détermination des quadriques, leur intersection. Enfin, les focales et les quadriques homofocales, les éléments d'une section plane d'une quadrique font l'objet des deux chapitres suivants, et des notions sommaires sur les quaternions constituent le dernier. L'emploi des deux sortes de caractères pour le texte, les plus petits étant réservés aux questions les plus difficiles, fait que le débutant ne s'égarera pas dans les mille détails de ces trente et un chapitres. Peut-être regrettera-t-on pour lui l'absence de ces monographies de l'ellipsoïde, des hyperboloïdes, des paraboloïdes, considérés successivement et isolément, que l'on rencontre dans d'autres traités de valeur. Mais il faut reconnaître qu'avec une telle profusion de détails, ce mode de division entraînerait à bien des répétitions.

Dans sa *Note sur les transformations en Géométrie,* M. Borel s'inspire des idées de M. Lie qui, en créant sa célèbre théorie des groupes de transformations, à étendu si loin la notion féconde due au génie de Galois. Laissant de côté les transformations qui sont définies seulement pour une courbe ou pour une surface, M. Borel étudie uniquement les transformations définies pour l'espace entier. Après avoir posé les définitions et notations primordiales, il se place d'abord au point de vue le plus habituel, qui consiste à regarder l'espace comme formé de points : il considère les transformations ponctuelles, et en premier lieu le cas particulier important de l'homographie, qu'il envisage successivement sur la droite, dans le plan et dans l'espace. Les propriétés du groupe projectif et de ses sous-groupes, celles des invariants d'une figure sont passées en revue, et l'auteur met en évidence l'utilité de l'emploi des transformations de coordonnées pour l'étude des transformations projectives. Les transformations ponctuelles, considérées en général, conduisent à l'inversion et aux coordonnées pentasphériques, que M. Borel étudie tout particulièrement, en s'aidant des beaux travaux de M. Darboux. On peut concevoir l'espace comme formé de plans, ce qui donne naissance aux transformations tangentielles, par lesquelles un plan correspond à un plan. On peut aussi envisager des transformations mixtes faisant correspondre aux points d'un espace les plans d'un autre espace ; mais ces deux classes peuvent s'obtenir en combinant avec les transformations ponctuelles une transformation corrélative des plus simples qui n'est autre qu'une transformation par polaires réciproques. M. Borel étudie ensuite la transformation corrélative générale qui, d'ordinaire, n'est pas involutive, mais qui le devient dans deux cas : toute transformation corrélative se ramène à une certrine transformation homographique et à une de ces deux transformations spéciales. L'ensemble des transformations homographiques et corrélatives forme un groupe qui est étudié. L'auteur développe alors la notion fondamentale d'élément de contact due à M. Lie; il en déduit la définition des transformations de contact, qui remplacent deux multiplicités tangentes par deux multiplicités pareilles. M. Borel cherche la forme générale des transformations de contact, ce qui fait retrouver en particulier toutes les transformations précédemment étudiées. L'auteur examine enfin la belle transformation de M. Lie, dont M. Darboux a pu dire qu'elle constituait l'une des plus belles découvertes de la Géométrie moderne. Les transformations dans l'espace à plus de trois dimensions sont considérées finalement. Ajoutons qu'une quinzaine d'exercices proposés, dont plusieurs sont des applications de la transformation de M. Lie, clôturent de la manière la plus heureuse cette précieuse et substantielle notice. Écrite dans un style à la fois clair et concis, nous la croyons appelée à un grand succès.

Tel est dans son ensemble le nouvel ouvrage sorti des presses de MM. Gauthier-Villars. Riche en renseignements de toute sorte, il ne peut manquer d'obtenir la notoriété qu'il mérite.

G. Floquet,
Pr à la Faculté des Sciences de Nancy.

[1] Voir les comptes rendus des tomes I et II dans la *Revue* du 15 mai et du 15 juin 1895.

2° Sciences physiques.

Guillaume (Ch.-E.), *Attaché au Bureau international des Poids et Mesures.* — **Les Radiations nouvelles. Les Rayons X et la Photographie à travers les corps opaques.** 3e *Edition.* — 1 *vol. in-8° de* 150 *pages avec* 22 *fig. et* 8 *planches hors texte.* (*Prix* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

La première édition de cet ouvrage, parue au moment où foisonnaient les travaux relatifs aux nouvelles radiations, était destinée à vieillir vite; elle fut remplacée un mois après par une deuxième, celle-ci beaucoup plus documentée. Mais une fois encore, de nouvelles recherches ont modifié et considérablement éclairci quelques-unes de nos idées sur les phénomènes si intéressants étudiés à la suite de la découverte de Rœntgen. L'auteur et les éditeurs ont voulu tenir compte de ces progrès. La deuxième édition n'étant pas complètement épuisée, ils l'ont rafraîchie par une nouvelle rédaction des dernières feuilles; c'est donc en réalité une troisième édition mise au courant des derniers travaux que nous présentons à nos lecteurs.

Deux idées surtout se sont précisées dans ces derniers mois : la facilité de transformation des rayons X et le mode d'action de ces rayons sur les corps électrisés. Une bonne partie des phénomènes que l'on pensait pouvoir attribuer aux rayons X eux-mêmes sont dus à des radiations d'une autre nature résultant de la transformation des premiers par une sorte de fluorescence invisible. Ainsi s'expliquent, entre autres, les résultats contradictoires relatifs à la réflexion des rayons X.

L'action sur les corps électrisés resta obscure aussi longtemps que l'on chercha, dans le contact des rayons avec les conducteurs, la cause de la décharge; mais la lumière se fit comme par enchantement lorsque M. J. Perrin eut montré que la décharge se produit toutes les fois que les rayons X passent à travers les lignes de force réunissant deux conducteurs électrisés. Cette notion si simple rend compte maintenant avec la plus grande facilité d'un grand nombre de résultats qui auraient pu faire croire à une diffraction énergique des rayons, ou à une condensation de la radiation, alors que la vraie cause des variations observées était la concentration des lignes de force.

Les découvertes récentes dans le domaine des rayons X sont consignées à la fin du volume dans une série de notes mises à jour jusqu'à la fin de novembre. On y trouve élucidées bon nombre de questions qui restaient sans réponse il y a peu de temps, et que le travail de ces derniers mois a définitivement éclaircies.

L. O.

Vidal (Léon), *Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs.* — **Photographie des couleurs.** Sélection photographique des couleurs primaires. Son application a l'exécution de clichés et de tirages propres a la production d'images polychromes a trois couleurs. — 1 *vol. in-8 de* 89 *pages.* (*Prix* : 1 *fr.*) (*Bibliothèque photographique.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

Comme le sous-titre l'indique, il s'agit ici, non pas de reproduction directe des couleurs par la méthode Lippmann, mais du procédé indirect, inventé par Ducos du Hauron et Cros, qui analyse, puis restitue, au moyen de trois couleurs, toutes les combinaisons de colorations que nous présente la Nature. Il est clair que cette restitution ne peut offrir une précision absolue; mais, lorsque les opérations sont bien conduites, l'approximation est suffisante pour donner de très belles épreuves, susceptibles d'être tirées *industriellement* à un grand nombre d'exemplaires. Les applications qui dérivent de l'idée analytique sont très nombreuses: M. Vidal n'a voulu, dans cette brochure d'une centaine de pages, qu'insister sur l'application aux tirages aux encres grasses; celle-là est réellement pratique.

Dans le chapitre I, l'auteur explique sur des épreuves colorées comment s'exécute la sélection photographique des trois couleurs dans lesquelles tout modèle peut être décomposé, et comment les trois clichés obtenus par l'impression successive des rayons rouges, bleus, jaunes, doivent être tirés respectivement, le premier en bleu, le second en jaune, le troisième en rouge.

Le chapitre II comprend les moyens de rendre les plaques plus sensibles aux rayons rouges, ou bleus, ou jaunes.

Il s'agit ensuite de vérifier si l'effet combiné de ces trois clichés restitue bien les couleurs de l'original; il n'est pas nécessaire, pour cela, de faire les frais d'un tirage d'impression; le résultat est donné par le chromoscope Nachet, décrit dans le chapitre III. Cet appareil permet, au moyen de miroirs convenablement disposés, de superposer les trois images produites par trois diapositifs qui sont doublés de verres colorés produisant les combinaisons indiquées plus haut; d'un coup d'œil dans l'appareil, on apprécie immédiatement l'effet restitué, ainsi que les corrections à faire s'il y a lieu.

Le chapitre IV montre comment les trois clichés peuvent être exécutés successivement par un appareil ordinaire, et contient des renseignements sur les écrans colorés qui trient les trois radiations simples dans le faisceau complexe émanant de l'objet.

Mais il y a grand intérêt, dans certains cas, à obtenir les trois clichés à la fois, en une seule et même pose; le lecteur verra dans le chapitre V comment on y parvient, malgré la différence des sensibilités aux trois radiations, grâce au chromographe Nachet.

Le chapitre VI est relatif au contrôle de la sensibilité des plaques; le chapitre VII indique différentes façons de préparer les plaques sensibles au jaune et au rouge.

L'auteur passe ensuite au tirage des épreuves dans le chapitre VIII, et insiste dans le chapitre IX sur le procédé d'impression mécanique à l'aide de clichés tramés, qui donne en Amérique et ailleurs de très bons résultats.

Enfin, le chapitre X traite du tirage des diapositifs destinés au chromoscope.

En résumé, ce nouvel ouvrage de M. Vidal condense, d'une façon très claire, ce qu'il est nécessaire de connaître pour bien comprendre et pour bien exécuter la reproduction des couleurs par la méthode analytique. Il est à désirer, en particulier, que nos éditeurs s'en inspirent et entrent dans cette voie, où ils doivent recueillir honneur et profit.

R. C.

Hantzsch (A.), *Professeur de Chimie à l'Université de Würtzbourg.* — **Précis de Stéréochimie.** (*Traduction française par M.* Ph.-A. Guye, *Professeur, et M.* M. Gautier, *privat-docent à l'Université de Genève, avec une note de M.* A. Werner, *Professeur à l'Université de Zürich.* — 1 *vol. in-8° de* 220 *pages.* (*Prix : 7 francs.*) *G. Carré, éditeur. Paris*, 1896.

Plus il est publié de traités de Stéréochimie, plus on s'aperçoit de la difficulté qu'il y a à écrire l'histoire complète de cette science, constituée, pour ainsi dire, par les vérifications expérimentales d'une série d'hypothèses qu'on n'a pu coordonner jusqu'ici par aucune théorie dynamique satisfaisante.

Il faut avouer que le *Précis* de M. Hantzsch n'est guère supérieur, sous le rapport de l'unité, à ceux qui l'ont précédé ; on n'en doit pas moins être reconnaissant à MM. Guye et Gautier d'avoir mis à la disposition des chimistes un ouvrage français capable de rendre un compte exact de l'état actuel de la Stéréochimie, et de permettre de ne plus avoir recours aux traités allemands.

L'ordre suivi par l'auteur est le même que celui qu'on retrouve dans les traités antérieurs de MM. Meyerhoffer et Van't Hoff.

L'ouvrage est divisé en deux parties principales : la

première s'occupe de l'isomérie optique et de la dissymétrie moléculaire, en commençant par l'exposition rapide des principes généraux (relation entre la dissymétrie moléculaire et l'activité optique, principe de la liaison mobile, etc.). L'auteur passe ensuite aux vérifications expérimentales de ces principes, puis à la théorie de la racémisation et aux méthodes de dédoublement. Il insiste tout spécialement sur la détermination de la configuration des isomères optiques et sur les travaux de M. Fischer. Introduisant ensuite les notions de signe et de grandeur de l'activité optique, M. Hantzsch expose la loi du produit d'asymétrie et ses principales conséquences, en indiquant en chemin quelques vérifications expérimentales. Il termine par des considérations sur l'azote asymétrique et sur les bases quaternaires actives de M. Le Bel.

La deuxième partie de l'ouvrage traite de l'isomérie géométrique et de l'application du schéma tétraédrique aux composés éthyléniques et acétyléniques, ainsi qu'aux corps cycliques. L'auteur s'étend principalement sur la détermination de la configuration des composés éthyléniques et sur la notion de la position avantagée.

Cette partie du livre est certainement la plus complète et la mieux traitée; elle a, de plus, le mérite de renfermer un grand nombre de faits intéressants fort peu connus en France. Elle est suivie d'une étude approfondie des isomères géométriques de l'azote (oximes, hydrazones, diazoïques).

Tout à fait à la fin de l'ouvrage, on trouve une note de M. Werner, relative aux composés platosammoniés et cobaltammoniés ; cette note est fort intéressante, mais sa place n'est peut-être pas dans un traité destiné à donner une idée précise de la Stéréochimie en ce qu'elle a de plus positif ; il aurait aussi mieux valu laisser de côté les spéculations un peu avancées de M. Hantzsch sur la constitution des diazoïques. La lecture de ce *Précis* peut, en effet, laisser un peu de confusion dans l'esprit d'un lecteur qui ne serait pas bien familiarisé avec les doctrines stéréochimiques.

Nous regrettons aussi que l'auteur ou les traducteurs n'aient pas divisé leur sujet en un plus grand nombre de chapitres, et qu'ils n'aient pas résumé les principes généraux au commencement de chaque partie. Leur œuvre n'en aurait été que plus claire.

A part ces quelques observations, nous n'avons à signaler qu'une ou deux erreurs de formule (acides oléïque et brassidique) et nous devons reconnaître la grande valeur de ce *Précis*, le seul qui soit actuellement au courant des progrès de la Stéréochimie.

P. Freundler,
Docteur ès sciences.

Bernthsen (A.), *Directeur du Laboratoire de recherches de la Société badoise de fabrication d'aniline et de soude à Ludwigshafen, ex-Professeur à l'Université d'Heidelberg*, et **Buchner** (E.), *Professeur à l'Université de Tübingen.* — **Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie.** — 1 *vol. in-8°, Friederich Vierweg und Sohn, éditeurs. Brunswick*, 1896.

Il y aurait tout intérêt pour la jeunesse de nos écoles de s'habituer, dès son entrée dans les laboratoires, à se servir à la fois d'ouvrages français et de traités étrangers. Etudier une science dans deux ou trois langues, c'est se livrer à la plus profitable des gymnastiques intellectuelles, et c'est en même temps s'inspirer de méthodes et d'aperçus qui varient suivant les auteurs. De nos jours, il est d'ailleurs presque impossible de se tenir au courant de la production chimique si l'on ne connaît, outre notre langue nationale, l'allemand et l'anglais. Dans la modeste sphère qui nous est réservée, nous ne cessons d'engager la jeunesse à se pénétrer de l'idée que tout homme d'initiative et d'action qui veut étendre ses connaissances, est contraint de savoir au moins l'une de ces deux langues, sinon les deux. Aussi croyons-nous utile de signaler de temps à autre à nos lecteurs les différents traités qui se publient à l'étranger. Celui que MM. Bernthsen et Buchner viennent de rééditer mérite particulièrement de leur être signalé. Parmi les nombreux ouvrages de Chimie organique qui se publient en Allemagne, il y en a peu qui, sous une forme résumée, donne une idée aussi nette et en même temps aussi claire de cette partie de la science. Une brève introduction sur le but primitivement poursuivi et sur celui atteint, des généralités indispensables, l'étude des carbures acycliques, celle de leurs produits de substitution ; vient ensuite la description des fonctions et des dérivés qui se rattachent à chacune d'elles et enfin, un chapitre qui traite des corps servant d'intermédiaires entre la série grasse et la partie aromatique, voilà pour la première moitié de l'ouvrage. La série cyclique est exposée dans le même esprit et avec la même simplicité. Ce qui caractérise cette œuvre, c'est la concision avec laquelle sont exposées, sans cependant nuire à leur clarté, les théories les plus importantes et les faits les plus saillants, c'est la quantité de composés cités et de sources indiquées, c'est enfin la facilité avec laquelle ce traité se prête à la lecture et aux recherches. La première édition ne date que de 1887, alors que le principal auteur était encore professeur à Heidelberg, et l'ouvrage en est à sa *sixième* édition. C'est assez dire le succès qu'il a en Allemagne.

A. Haller.
Correspondant de l'Institut.

Schützenberger (P.), *Membre de l'Institut.* — **Les Fermentations** (*sixième édition, entièrement refondue*). — 1 *vol. in-8° de* 316 *pages.* (*Prix : 6 fr.*) *Bibliothèque scientifique internationale. Félix Alcan, éditeur*, 108, *Boulevard Saint-Germain à Paris*, 1896.

Dans cette nouvelle édition d'un ouvrage qui a déjà eu tant de succès, M. Schützenberger met encore une fois en lumière les brillantes qualités qui distinguent tous ses écrits, et, par la tournure originale de ses vues, par la limpidité de son exposition, arrive à rendre attrayante et facile la lecture de son livre, où il résume les principaux faits acquis touchant les fermentations vulgaires.

On comprendra facilement qu'il nous soit impossible d'en faire ici une analyse, même succincte; signalons seulement les points qui nous paraissent devoir attirer plus particulièrement l'attention.

En premier lieu, M. Schützenberger, dans une introduction qui montre, aussi nettement que possible, l'esprit dans lequel l'ouvrage a été conçu, s'empresse de dégager le mot *fermentation* de toutes les obscurités qui l'entouraient autrefois, et nous convie à ne voir dans ces phénomènes, étroitement liés cependant à la vie, que des réactions chimiques provoquées par un ébranlement comparable à celui que déterminent les vibrations lumineuses et calorifiques.

N'a-t-on pas, d'ailleurs, une démonstration évidente de l'influence d'un pareil ébranlement dans l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne, et ne doit-on pas voir là l'intervention d'une énergie extérieure qui, dans la fermentation proprement dite, se trouve être remplacée par de l'énergie chimique?

L'auteur rappelle ensuite que le cercle des réactions rapportées jadis à l'activité vitale, se resserre de jour en jour davantage, et que la synthèse même des corps dissymétriques, récemment encore attribuée par Pasteur au jeu de forces dissymétriques, actionnant des organes dissymétriques, a pu être réalisée de toutes pièces et sans le concours de la vie; il aurait pu ajouter que la plupart des phénomènes de fermentation, alcoolique, lactique, butyrique, ammoniacale, etc., sont également du domaine de nos réactions de laboratoire, enfin, que les diastases ne sont que des agents chimiques d'hydrolyse ou d'oxydation, dont l'effet peut être reproduit à volonté *in vitro*.

L'étude de la fermentation alcoolique comprend à elle seule la moitié du volume : l'analogie des effets de la levure avec ceux des cellules végétales privées d'air y est signalée, ainsi que l'influence des divers agents

chimiques sur la marche de la fermentation; enfin, on trouvera dans cette partie de l'ouvrage une étude approfondie, tirée surtout des travaux de l'auteur, sur la respiration normale des levures.

Vient ensuite l'étude des principales fermentations bactériennes, acides, ammoniacale, putrides et oxydantes; à propos de la putréfaction, M. Schützenberger résume rapidement les principaux faits acquis touchant les ptomaïnes et les leucomaïnes. Ensuite, il rappelle les travaux de Pasteur relatifs au développement et à l'apport par l'air des germes organisés, et, enfin, examine les diastases hydrolysantes ou zymases, à côté desquelles il place les toxines et les toxalbumines.

L'ouvrage se termine par un exposé rapide de la constitution des matières protéiques et hydrocarbonées, telle qu'elle a été établie par les recherches classiques de l'auteur et par celles de M. Fischer : il renferme donc tous les éléments essentiels à l'étude de cet ensemble, si touffu et à la fois si mystérieux encore, que l'on appelle les fermentations.

C'est un gage assuré de succès nouveau, et nous sommes certains que, devant la clarté de l'exposition, le lecteur ne pourra que regretter l'exiguïté du livre.

L. Maquenne,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles.

Lacroix (Alfred), *Professeur de Minéralogie au Muséum.* — **Minéralogie de la France et de ses Colonies. Description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements.** *T. II, première partie.* — *1 vol in-8° de 352 pages avec figures (Prix 15 fr.) Baudry et Cie, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 1896.*

Le présent fascicule (voir, pour les précédents, cette *Revue* t. IV, 1893, p. 149 et t. VII, 1896, p. 421) est relatif à la description des espèces suivantes : leucite, béryl, groupe des feldspaths, groupe des wernérites, sphène, groupe des zéolithes.

L'auteur a terminé ce qui a trait aux silicates (et titanates); l'ouvrage, qui primitivement devait contenir deux volumes, en comprendra trois.

Léon Bourgeois.

Depaire (J. B.), *Professeur à l'Université de Bruxelles.* **Hydromels et produits dérivés de la fermentation du Miel.** *(Conférences faites à la Société d'Apiculture de Bruxelles.) — Une brochure in-8° de 72 pages. Henri Lamertin, éditeur, 20, rue du Marché-au-Bois. Bruxelles, 1896.*

La quantité de miel consommée actuellement pour les usages médicinaux et gastronomiques étant loin d'atteindre la production totale de cette denrée, il serait avantageux d'en employer l'excédent à la fabrication de liqueurs fermentées.

Dans une petite brochure très soignée, M. Depaire a réuni les conférences qu'il a faites à ce sujet et dans lesquelles il a indiqué les principes scientifiques qui doivent guider l'apiculteur, et les méthodes pratiques qu'il peut employer dans la préparation de l'hydromel. La brochure comprend, en outre, l'étude de l'eau-de-vie, des liqueurs et du vinaigre d'hydromel.

Nous souhaitons vivement que ces notions se répandent, et qu'en permettant d'obtenir ainsi une liqueur saine, agréable et économique, elles contribuent à remettre en usage une de nos plus anciennes boissons nationales.

A. Hébert.

A. Van Gehuchten, *Professeur ordinaire à la Faculté de Médecine de Louvain, Directeur de l'Institut Vésale.* — **Anatomie du Système nerveux de l'Homme.** *(Leçons professées à l'Université de Louvain.) 2e édition. — 1 vol. in-8° de 941 pages, avec 619 fig. dans le texte. A. Uyspruyst-Dieudonné, éditeur. Louvain, 1897.*

A ne considérer que les vastes développements et le nombre des figures que renferme cette seconde édition au regard de la première, publiée il n'y a guère plus de deux ans, et dont nous avons rendu compte ici même, on a l'impression qu'on se trouve devant une œuvre nouvelle. Il ne saurait, d'ailleurs, en être autrement, à une époque où, pour être, comme on dit, au courant de la science, un livre d'anatomie ou de physiologie du système nerveux devrait être en partie récrit tous les trois ou quatre ans, et encore ce court espace de temps apparaît-il aujourd'hui presque comme un âge de la pensée humaine, comme une longue période de la science.

Au nombre des modifications et additions capitales introduites par M. le Professeur Van Gehuchten dans ce grand livre, nous devons signaler :

1° Une étude approfondie de la structure interne des cellules nerveuses, et, en particulier, des deux parties constitutives, chromatique et achromatique, du protoplasma des neurones, telle que l'ont fait connaître, grâce à l'introduction dans la technique microscopique de la méthode de Nissl, les travaux de Ramon y Cajal, de Lugaro, de Marinesco, de Van Gehuchten et de ses élèves.

2° La nouvelle division, due à Flechsig, de l'écorce cérébrale en zones de centres de projection et de centres d'association, conception qui « jette une lumière si vive sur la valeur relative que nous devons attribuer aux différentes régions de nos hémisphères cérébraux que, sans attendre que des recherches ultérieures soient venues confirmer les conclusions » de l'illustre auteur de la méthode embryologique, Van Gehuchten a consacré une leçon à l'exposition de cette doctrine nouvelle.

3° Une bibliographie aussi complète que possible, placée à la fin de chaque leçon, des principaux travaux relatifs aux sujets traités. C'est là, pour l'étudiant de nos jours, l'arsenal d'où il doit tirer ses armes. Aussi bien, au point de vue pratique, ce livre a été rédigé avec la constante préoccupation d'être utile aux médecins qui se destinent plus particulièrement à l'étude de la pathologie mentale et nerveuse.

4° Enfin, l'adoption de la nomenclature anatomique nouvelle adoptée par la Commission de la Société anatomique, instituée à cet effet. On sait que, des trois vésicules cérébrales primitives des Vertébrés, la première et la dernière se transforment chacune en deux; si bien qu'au cours du développement de l'embryon l'encéphale comprend cinq vésicules cérébrales secondaires, appelées jusqu'ici, chez l'adulte, d'avant en arrière : cerveau antérieur, cerveau intermédiaire, cerveau moyen, cerveau postérieur, arrière-cerveau. Quoique cette division nous ait paru toujours fort claire, les membres de la Commission de nomenclature anatomique, en jugeant autrement, ont substitué aux anciennes dénominations des dénominations nouvelles, qui ont, à la vérité, le mérite de décrire les parties de l'encéphale qu'elles désignent.

La vésicule cérébrale primitive antérieure s'appelle *prosencéphalon* ou cerveau antérieur; la moyenne, *mésencéphalon* ou cerveau moyen; la postérieure, *rhombencéphalon* ou cerveau rhomboïdal. Ce dernier comprend toutes les parties de l'encéphale qui embrassent le quatrième ventricule (fosse rhomboïdale) : moelle allongée, cervelet, protubérance annulaire, pédoncules cérébelleux. Comme le rhombencéphalon, c'est-à-dire la vésicule cérébrale primitive postérieure, se divise en deux vésicules cérébrales secondaires (cerveau postérieur et arrière-cerveau), la Commission, admettant la manière de voir de His, l'a partagé en trois parties distinctes : 1° la *moelle allongée*, ou « arrière-cerveau », est dénommée *myélencéphalon;* 2° la *protubérance*, avec le *cervelet*, formant l'ancien « cerveau postérieur », *mésencéphalon;* 3° tout ce qui, chez l'adulte, entoure l'extrémité supérieure du quatrième ventricule (pédoncules cérébelleux supérieurs, noyaux d'origine des deux nerfs pathétiques, ganglion interpédonculaire), *isthme du rhombencéphale.* Le *mésencéphalon*, ou cerveau moyen, c'est-à-dire la vésicule cé-

rébrale moyenne primitive, conserve la même dénomination chez l'adulte. Enfin, des deux vésicules cérébrales secondaires nées de la vésicule cérébrale primitive antérieure, ou *prosencéphalon*, celle qui est voisine du mésencéphalon, prend le nom de *diencéphalon*, et celle qui forme l'extrémité supérieure de l'axe neural, l'ancien « cerveau antérieur », celui de *télencéphalon*. L'encéphale apparaît ainsi constitué de six parties distinctes qui, à un moment du développement ontogénique, se présentent sous la forme de six anneaux nerveux. Chacun de ces anneaux peut être à son tour divisé en une moitié antérieure ou ventrale, postérieure ou dorsale, par deux sillons longitudinaux existant sur les parois des cavités ventriculaires, les *sillons limitants des ventricules*. Ces sillons séparent en quelque sorte la partie motrice de la partie sensitive de l'axe nerveux central : « Tous les noyaux moteurs, dans chaque moitié de l'axe nerveux, se trouvent, en effet, en avant ou en dedans du sillon limitant; tandis que toutes les masses grises en rapport avec les nerfs sensitifs périphériques se trouvent en arrière ou en dehors de ce sillon. Ces six anneaux se développeront alors, dans le cours du développement, pour donner naissance aux parties constitutives de l'axe cérébro-spinal de l'adulte. » Ainsi, la partie dorsale du *télencéphale* comprend le *pallium*, le *corps strié* et le *bulbe olfactif* avec ses dépendances ou *rhinencéphalon*. La partie ventrale du télencéphale appartient à la région hypothalamique. L'*hypothalamus*, qui appartient à la fois au diencéphale et au télencéphale, comprend les corps mamillaires, le tubercule cendré avec l'infundibulum et la partie postérieure de l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques, le récessus optique et la lame terminale. Les trois parties de l'encéphale dont nous venons de rappeler les origines, le mésencéphale, le diencéphale et le télencéphale, constituent, dans leur ensemble, ce qu'on nomme le *cerveau*. Les coupes de l'encéphale de l'embryon humain, de His, étant sans doute présentes à l'esprit du lecteur, nous nous bornons à signaler la révolution profonde, indépendante de toute nomenclature, qui doit sortir de ces faits, et renouveler en partie notre conception de la structure et des fonctions du cerveau.

Des esprits étrangers à ces hautes études pourraient seuls méconnaître la portée philosophique de l'anatomie du système nerveux. Si la physiologie expérimentale et l'observation clinique ont quelquefois affecté de ne relever que d'elles-mêmes et ont dédaigné l'anatomie, ces velléités d'indépendance se sont vite dissipées. L'*Anatomie du système nerveux de l'Homme*, de Van Gehuchten, est sans doute le guide le plus sûr qu'on puisse suivre dans cette grande province des sciences biologiques.

Jules Soury,

Maître de conférences à l'Ecole pratique des Hautes Etudes (Sorbonne).

4° Sciences médicales.

Pagès (Dr Calixte), *Vétérinaire sanitaire de Paris et du Département de la Seine*. — **Hygiène des Animaux domestiques dans la production du lait.** — 1 *vol. in-12° de 324 pages. (Prix : 3 fr.) G. Masson, éditeur.* 120, *Boulevard Saint-Germain. Paris*, 1896.

L'étude de l'hygiène des femelles laitières a une importance considérable au point de vue théorique et pratique. La plupart des physiologistes et tous les praticiens (agriculteurs, nourriciers, etc.) admettent que, de tous les liquides organiques, le lait est celui qui traduit le plus complètement et le plus fidèlement les changements qui surviennent dans les phénomènes intimes de la nutrition. Suivant les conditions dans lesquelles vivent les femelles laitières, leur état de repos ou de mouvement, le travail plus ou moins considérable qu'on leur impose, les variations thermiques et chimiques de l'air qu'elles respirent, et la nature des aliments dont elles se nourrissent, on voit le lait se modifier en quantité et en qualité. Les modifications portent à la fois sur les matières albuminoïdes, le sucre et les aliments minéraux.

M. Pagès s'attache à démontrer en un style entraînant que dans l'hygiène et la médecine, comme dans l'industrie, il existe des laits et non un lait; qu'il y a non seulement des laits d'espèce, de race, de variété et d'individu, mais qu'il faut encore considérer des laits d'alimentation.

Le lait, comme on le sait, joue un rôle grandissant dans la nourriture de l'homme, à tous les âges et à tous les états.

Puisque, dit l'auteur, l'allaitement artificiel constitue, par notre faute, un mal de plus en plus nécessaire, nous devons nous efforcer de le rendre moins insuffisant, moins meurtrier. Combien d'insuccès les médecins attribuent aux différences chimiques du lait de femme et du lait de vache, à la faiblesse constitutionnelle des enfants, aux mauvaises conditions hygiéniques dans lesquelles ils sont placés, et dont la cause réside surtout dans l'alimentation insuffisante, irrationnelle des vaches laitières!

M. Pagès pense que la dénaturation plus ou moins complète du lait, soit par la dilution, soit par la cuisson, soit par ces deux moyens réunis, est un mal nécessaire, dont il convient d'atténuer les effets en déterminant les laits d'espèce, de race, de variété, d'individu, et surtout d'alimentation, qui conviennent le mieux aux jeunes enfants considérés aux diverses périodes de leur évolution.

Le lait présente sa plus haute valeur nutritive immédiatement après sa formation ; il s'altère peu à peu dans la mamelle, il s'altère plus encore en dehors de son réservoir naturel : l'idéal serait donc de le faire téter goutte à goutte, au fur et à mesure de son élaboration. Mais le lait récemment sécrété est plus difficile à digérer que le lait qui a séjourné longtemps dans la mamelle; la même différence existe entre ce dernier, lorsqu'il est pris à la mamelle, chaud, vivant, et le lait froid, rassis, qui a subi, à l'air libre, une certaine destruction.

Après avoir établi l'opportunité et l'importance de l'étude qu'il a entreprise, M. Pagès adopte dans l'exposition la marche suivante :

Pour mettre en évidence l'influence de certaines rations sur la composition chimique du lait, il fallait démontrer d'abord, d'une manière plus générale, l'action des aliments sur cette sécrétion; et cette démonstration devait elle-même être précédée de l'étude, beaucoup plus vaste, de l'influence des aliments sur les animaux domestiques; c'est pour cela que la première partie de ce travail est un chapitre de physiologie générale, dont la conception systématique appartient tout entière à l'auteur.

La deuxième partie est consacrée à l'étude de l'hygiène et de l'alimentation des femelles laitières, considérées dans leur ensemble ; premièrement, en dehors de leur destination économique ; secondement, d'après leur utilisation dans la production du lait fermenté, du lait fromager, du lait beurrier, du lait aliment et du lait médicament.

Dans une troisième et dernière partie, les principales femelles domestiques exploitées et exploitables par l'industrie laitière ont été considérées isolément et suivant l'ordre de leur importance. L'indication très sommaire des propriétés physico-chimiques et physiologiques des divers laits précède l'étude de l'hygiène qui convient à chacune d'elles.

Ce petit volume, très agréable à lire, renferme des faits nombreux, bien coordonnés, et des vues nouvelles intéressantes. Il sera utile à consulter par les hygiénistes et les biologistes en général, et par toutes les personnes qui s'intéressent directement ou indirectement à l'hygiène de l'alimentation.

M. Kaufmann,

Professeur de Physiologie à l'Ecole vétérinaire d'Alfort.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Novembre 1896.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. **Hugo Gylden**, correspondant pour la Section d'Astronomie. M. **O. Callandreau** lit une notice sur la vie et les travaux de Gylden. — La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Daubrée : 1° M. Michel-Lévy ; 2° M. de Lapparent ; 3° M. Barrois ; 4° M. Douvillé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Bouquet de la Grye** donne la détermination des positions de Santa-Cruz de Ténérife, Saint-Louis (Sénégal) et Dakar, ainsi que les mesures d'intensité de la pesanteur faites en ces points par MM. Pujazon, Driencourt et lui. — M. **E. Guyou** fait hommage à l'Académie de deux mémoires intitulés « Les problèmes de Navigation et la Carte marine, par M. E. Guyou » et « Observations magnétiques en mer, à bord du croiseur *le Dubourdieu*, par M. Schwerer. » — M. **H. Andoyer** indique sous quelle forme il est possible de généraliser le théorème de Poisson relatif à l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires. — M. **E. M. Lémeray** communique quelques résultats nouveaux sur la convergence des substitutions uniformes. — M. **T. Craig** arrive au théorème suivant sur les surfaces à lignes de courbure isométriques : Si u et v sont les paramètres des lignes de courbure et si ces lignes forment un système isométrique, tel que :

$$ds^2 = \lambda\,(U\,du^2 + V\,dv^2) \quad \text{où} \quad \lambda = U_2 V_2,$$

alors les réciproques $\frac{1}{\rho_1}, \frac{1}{\rho_2}$ des rayons de courbure principaux satisfont à une équation aux dérivées partielles qui est l'adjointe de celle qui est satisfaite par les coordonnées cartésiennes du point (u, v) de la surface. — M. **René de Saussure** montre que les principes de géométrie réglée, exposés par lui dans une note précédente, s'appliquent sans modification à la Mécanique ; il indique la marche à suivre pour traiter les problèmes de Mécanique sous ce nouveau point de vue.

2° Sciences physiques. — M. **L. Marchis** donne les lois des déformations permanentes du verre et du déplacement du zéro des thermomètres ; ses expériences ont porté sur un thermomètre en cristal Guilbert Martin qui se déforme facilement ; des expériences sur des thermomètres en verre vert ont montré l'existence de lois identiques, quoique les déplacements soient beaucoup plus petits. — MM. **U. Lalla** et **A. Fournier** établissent l'influence de l'aimantation sur la force électromotrice des piles dont le fer est un des éléments. Deux séries d'expériences, faites avec un couple thermoélectrique fer-cuivre et avec un couple hydroélectrique fer-cuivre, ont donné des résultats très probants. — MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot** indiquent un nouveau procédé optique de mesure des petites épaisseurs en valeur absolue ; il repose sur l'observation des franges qui se produisent entre deux lames de verre faiblement argentées. — M. **A. Leduc** a fait de nouvelles déterminations très précises des densités de l'azote, de l'oxygène et de l'argon, ainsi que de la composition de l'air atmosphérique. Voici ses résultats : Densité par rapport à l'air : azote, 0,9671 ; oxygène, 1,10523 ; argon, 1,376. Composition de l'air : en poids : azote, 75,5 ; oxygène, 23,2 ; argon, 1,3 ; en volumes : azote, 78,06 ; oxygène, 21 ; argon, 0,94. — M. **Rateau** s'est proposé de construire un abaque permettant de trouver rapidement la consommation théorique k, en kilogrammes par cheval et par heure, pour une machine à vapeur parfaite fonctionnant entre les pressions P et p. Si l'on porte en abcisse log p et en ordonnée log P, on observe que les points d'égale consommation sont en ligne droite. Il en résulte que les valeurs de p et P qui donnent à k une même valeur sont liées par une relation de la forme $ap = P^b$. D'autre part, l'auteur indique une formule qui donne k en fonction de P et p seulement. — On sait que les gaz comprimés et liquéfiés, lancés trop vivement dans un détendeur, produisent quelquefois une explosion. MM. **E. Ducretet** et **L. Lejeune** présentent un modèle de robinet qui empêche la sortie trop rapide des gaz des récipients où ils sont comprimés. — M. **A. Poincaré** signale de nouvelles relations entre les mouvements lunaires et les mouvements barométriques sur l'ensemble de l'hémisphère boréal. — M. **H. Tarry** adresse une note sur les pluies extraordinaires et la pluie rose tombée au Croisic (Loire-Inférieure) le 8 novembre 1896. — MM. **M. Berthelot** et **G. André** donnent un nouveau procédé de dosage de l'acide pyrophosphorique : il consiste à précipiter ce corps au bain-marie bouillant par un mélange de chlorure de magnésium, de chlorhydrate et d'acétate d'ammoniaque, en présence d'un excès notable d'acide acétique ; dans ces conditions l'acide phosphorique normal demeure dissous, mais le pyrophosphate précipité est de composition variable, ce qui nécessite sa transformation en acide ortho, qui est ensuite définitivement précipité. — MM. **M. Berthelot** et **G. André** ont étudié les transformations de l'acide pyrophosphorique. En solution aqueuse, il se transforme en partie en acide orthophosphorique, mais beaucoup plus lentement que l'acide métaphosphorique ; la vitesse de transformation de l'acide pyro en acide ortho croît avec la concentration. Lorsqu'on déshydrate l'acide ortho, on voit que la formation de l'acide méta commence avant même que la déshydratation corresponde à la formule de l'acide pyro ; il se produit des équilibres en vertu desquels les trois acides coexistent. — MM. **P. Schutzenberger** et **Boudouard** ont isolé des sables monazités une série de terres à poids atomiques variant de 96 à 150, et qui, cependant, présentent à peu près toutes un même spectre, analogue à celui de l'yttria. Les auteurs cherchent l'explication de ces faits, en apparence contradictoires. — MM. **H. Lescœur** étudie les réactions des indicateurs colorés (tournesol, phtaléine, hélianthine) en présence des acides, des bases et des corps neutres et indique comment les faits observés doivent être interprétés. — M. **Paul Chrétien** a dissous vers 200° l'acide iodique dans l'acide sulfurique et, par refroidissement, a obtenu des cristaux d'anhydride iodique. Si l'on élève la température vers 300 la liqueur devient noire, et, par refroidissement, laisse déposer lentement des cristaux jaunes, dont la composition est représentée par la formule $SO^3, \frac{1}{2}H^2O, I^2O^3$ et qui, projetés dans l'eau, se décomposent immédiatement en acide sulfurique, acide iodique et iode. — M. **T.-L. Phipson**, en mettant sur l'eau, dans une cloche graduée pleine d'air, un pied d'*Agaricus atramentarius*, a observé que ce champignon absorbe progressivement tout l'oxygène en dégageant de l'acide carbonique qui est absorbé par l'eau ; au bout de quelque temps, il ne reste plus que de l'azote dans la cloche et le champignon meurt. — M. **P. Lebeau** a étudié les propriétés de la glucine ; elle est fusible et volatile à la température du four électrique. Elle ne varie pas sensiblement de densité et elle conserve la propriété d'être attaquée par les acides concentrés. Le bore, le car-

bone et le silicium sont les seuls métalloïdes susceptibles de réduire la glucine en donnant des composés cristallisés. Les métaux réducteurs, sodium, potassium, magnésium et aluminium sont sans effet. — M. M. **Guichard** a obtenu l'iodure de molybdène amorphe MoI^2 par l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de molybdène $MoCl^5$. — M. **Ed. Defacqz** donne un procédé de séparation du tungstène et du titane, basé sur ce fait que le tungstène et l'acide tungstique se dissolvent entièrement au bout de quelque temps dans un mélange fondu d'azotate et de carbonate de potasse, tandis que le titane et l'acide titanique ne s'y dissolvent pas. — M. **A. Etard** donne les spectres d'absorption de deux chlorophylles distinctes la médicagophylle $-\alpha\ C^{28}H^{45}AzO^4$ et la borragophylle $-\alpha C^{34}H^{53}AzO^{13}$, à trois états de concentration, dans deux dissolvants : l'alcool et le sulfure de carbone pur. — M. **Raoul Bouilhac** a observé que l'association d'une algue, le Nostoc punctiforme, avec des bactéries, dans un milieu nutritif exempt d'azote, permet cependant le développement simultané des deux espèces et la fixation de l'azote de l'air. La fixation a également lieu dans un milieu contenant des traces d'acide arsénique. — M. **F. Garrigou** montre nettement la présence d'un alcaloïde organique dans l'eau minérale de Tulle-Haut, commune de Tilh (Haute-Garonne). — M. **Hanriot** a reconnu que la lipase existait dans l'organisme d'un grand nombre de Mammifères; d'autre part, il a montré que cette substance ne provient ni du pancréas, ni des globules sanguins.

3° Sciences naturelles. — M. **A. M. Bloch** présente un nouvel instrument, qu'il appelle *achromatomètre*, destiné à mesurer la pression nécessaire pour décolorer, en la rendant exsangue, une région limitée du tégument. Cette pression indique, jusqu'à un certain point, la tension capillaire des vaisseaux sous-jacents. — M. **A. Giard** cite de nouveaux cas de parasitisme d'un Monstrillidé, le *Thaumaleus*, sur un Annélide, le *Polydora Giardi*. Ces Crustacés parasites se comportent, dans leurs rapports avec leur hôte, à peu près comme les Insectes Diptères du groupe des Tachynaires. — M. **J. Kunstler** présente ses recherches sur la morphologie du *Trichomonas intestinalis*. — M. **J. Kunckel d'Herculais** étudie les ravages causés, en Algérie, au maïs, à la canne à sucre, au sorgho, par les chenilles de *Sesamia monagrioides* Lefèvre. Le seul moyen actuel de préservation est la destruction par le feu des tiges contaminées. — M. **A. Delebecque** étudie l'étang de Berre et les étangs de la côte de Provence situés dans son voisinage et explique leur formation géologique. — MM. **E.-A. Martel** et **A. Delebecque** communiquent leurs dernières observations sur les scialets (puits) et l'hydrologie souterraine du Vercors (Drôme).

Séance du 23 Novembre 1896.

L'Académie, ayant à désigner à M. le Ministre de l'instruction publique deux candidats aux fonctions de directeur de l'Observatoire de Paris, présente en première ligne M. **Lœwy**, en deuxième ligne M. **Callandreau**. — M. **Michel-Lévy** est élu membre dans la Section de Minéralogie, en remplacement de M. Daubrée.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Rambaud** et **Sy** présentent leurs observations de la nouvelle comète Perrine (2 nov. 1896) faites à l'Observatoire d'Alger. — M. **Faye** présente la *Connaissance des temps* pour 1899 et l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1897. — M. **Bouquet de la Grye** fait hommage d'un mémoire intitulé : Décimalisation de l'heure et de la circonférence. — M. **Eugène Fabry** communique ses recherches sur les courbes algébriques à torsion constante. — M. **F. Marotte** applique la théorie des groupes continus à l'étude des points singuliers des équations différentielles linéaires, et il arrive à définir un groupe continu G dont les invariants différentiels caractérisent complètement la nature des singularités des intégrales autour d'un point singulier a. — M. **P. Painlevé** étudie de nouvelles singularités des équations de la Dynamique et leur raport avec le problème des trois corps. — M. **R. Liouville**, étudiant le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini, arrive à un système d'équations différentielles de nature assez compliquée ; il pose les principes de la méthode qui doit conduire à leur intégration. — M. **Leflaive** présente une étude théorique sur la plongée des sous-marins ; il établit des équations de l'équilibre et en déduit les conditions de flottabilité et de stabilité. — M. **E. Fontaneau** adresse un mémoire sur un cas particulier du mouvement des liquides. — M. **G. Morosov** envoie un mémoire intitulé : Postulat d'Euclide considéré comme une propriété de l'espace à trois dimensions. — M. **C. Blanc** adresse l'énoncé d'un théorème de Statique. — En réponse à la dernière note de M. Hartmann sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts, M. **G. Charpy** établit : 1° que les déformations régulières dépendent de la texture du métal ; 2° que la texture microscopique est d'autant plus nette que le métal a été mieux recuit, c'est-à-dire que les déformations préexistantes ont plus de chances d'avoir disparu.

2° Sciences physiques. — M. **H. Becquerel** signale des morceaux d'uranium qui, placés à l'abri de la lumière, émettent constamment depuis six mois des radiations ; d'autre part, les gaz ayant été soumis à l'influence des rayons uraniques possèdent la propriété de décharger les corps électrisés. — M. **Jean Perrin** montre que, pour un même rayonnement et en un même point, la quantité d'électricité dissociée par unité de masse dans un gaz soumis à l'influence des rayons X est indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue. — M. **G. Sagnac** signale le fait suivant : Si, entre un objet opaque A et une source rayonnante S, de diamètre apparent sensible, on introduit progressivement un objet opaque B, l'ombre de A semble comme attirée vers l'ombre de B. La raison de cet effet est que l'introduction de B supprime l'éclairement d'une étendue croissante de la pénombre de A au profit de l'ombre, dont la netteté s'accuse et qui semble ainsi grandir. On doit tenir compte de ce fait dans les expériences d'optique, faites en lumière ordinaire ou avec les rayons X. — M. **A. Besson** étudie les réactions de quelques composés hydrogénés sur le chlorure de thionyle. — M. **Em. Dufau**, en soumettant à la température élevée de l'arc électrique un mélange de sesquioxyde de chrome et de magnésie, a obtenu un chromite neutre $Mg\ Cr^2 O^4$ cristallisé en octaèdres. — M. **Marcel Delépine** a déterminé la chaleur de saturation de l'hexaméthylène-amine par divers acides. Elle est de environ $11^{cal}\ 6$ plus petite que celle des sels de potasse correspondants ; l'hexaméthylène-amine est donc une base faible. — M. **L. Grenet** explique le rôle de l'acide borique dans les verres et émaux. Quand, dans un verre, on fait varier d'une façon continue la proportion d'acide borique, la dilatation commence par décroître et croît ensuite pour tendre à se rapprocher de celle de l'acide borique pur qui est très élevée et supérieure à celle de tous les verres. — M. **A.-J. da Cruz Magalhaès**, en analysant des vins colorés au caramel, a remarqué qu'ils donnaient toutes les réactions d'un dérivé de la houille ; le caramel pur donne les mêmes réactions. On peut donc être induit à confondre dans un vin la présence du caramel avec celle d'une couleur dérivée de la houille.

3° Sciences naturelles. — On sait qu'à l'état normal, le caillot sanguin formé après l'issue du sang hors des vaisseaux, se rétracte pour abandonner une certaine quantité du sérum qui l'imbibe. M. **G. Hayem** montre que, dans certains états pathologiques, le caillot ne fournit plus de sérum ; ce fait est en relation avec une diminution des hématoblastes dans le sang. — Au début de la germination, les graines se gonflent fortement par absorption d'eau. M. **L. Maquenne** a déterminé la pression osmotique à l'intérieur de ces

graines; elle atteint souvent une dizaine d'atmosphères. — M. **Rémy Perrier**, qui vient de terminer l'examen des formes abyssales recueillies par *le Travailleur* et *le Talisman*, communique la liste des espèces appartenant à la famille des Elasipodes, avec la diagnose des espèces nouvelles. — M. **Auguste Michel** présente ses recherches sur les nucléoles composés qu'il a observés dans l'œuf des Annélides, notamment chez le *Nephthys* et le *Spiophanes bombyx*. — M. **P. Viala** a observé que le *Guignardia Bidwellii*, cause du *Black Rot* de la vigne, peut se reproduire sous forme de conidiophores, qui jouent un rôle important comme organe de propagation rapide et à distance du parasite. — M. **Julien Ray** a cherché à développer un champignon (*Sterigmatocystis*) dans un liquide en mouvement; la plante s'est adaptée à la vie en liquide agité avec les circonstances suivantes : 1° formes sphériques; 2° résistance plus grande; 3° tendances à la structure cellulaire; 4° formes de conservation meilleures. — M. **Vénukoff** indique les terrains rencontrés dans la chaîne du Caucase central par les ingénieurs russes chargé de fixer le tracé du chemin de fer projeté entre Wladikawkas et Tiflis.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 Novembre.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **Mahé**, correspondant national. — M. **Hallopeau** analyse un mémoire de M. **Rémy**, concernant un cas de morve chronique chez l'homme. La lésion initiale, qualifiée de panaris, est survenue huit à dix jours après une piqûre avec une aiguille contaminée. Elle fut bientôt suivie d'une lymphangite du même membre et d'adénopathies axillaires, qui ont arrêté jusqu'ici l'agent infectieux. Depuis lors la maladie a passé à l'état chronique et se manifeste par des séries d'abcès et des lésions cutanées polymorphes. Comme traitement, l'auteur a employé les bains locaux prolongés dans une solution d'iode et d'iodure de potassium dans l'eau. — M. **P. Berger** lit le rapport du concours pour le prix Bourceret, M. **Le Dentu** celui du prix Meynot, M. **Landouzy** celui du prix Desportes. — M. **Charpentier** analyse les communications adressées à la Commission de l'Hygiène de l'Enfance. — M. **V. Cornil** étudie les lésions des vaisseaux (artères et veines) et indique le mode de formation des cicatrices consécutivement à une ligature : prolifération de l'endothélium, pénétration par lui du caillot fibrineux, bourgeon cellulaire plus marqué en un point, formation de fentes et d'un réseau pseudocapillaire dans le coagulum fibrino-sanguin. — **A. Manouvriez** signale une falsification dangereuse de la bière au moyen d'une colle renfermant du bisulfite de chaux; cette colle, — employée par certains fabricants pour assurer la conservation de leurs produits, car elle empêche les fermentations secondaires, — cède à la bière de l'acide sulfureux qui la rend indigeste et peut provoquer des troubles intestinaux graves chez les personnes qui consomment cette boisson en grande quantité.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Novembre 1896.

MM. **Achard** et **Bensaude** étudient le phénomène de l'agglutination des microbes par le sérum et sa valeur comme élément de diagnostic. Ils montrent, d'une part que, pour une espèce bacillaire déterminée, la propriété agglutinative varie souvent beaucoup suivant l'échantillon de sérum employé; d'autre part, que certains types bacillaires, très voisins d'une espèce déterminée, mais qui doivent cependant en être distingués, donnent à peu près la même réaction agglutinante que cette espèce. — M. **Charrin** signale l'apparition de crises épileptiformes chez un cobaye qui reçut, il y a sept mois, de la toxine diphtérique, et auquel on pratiqua plus tard la section des sciatiques; il est impossible de dire présentement à laquelle de ces deux causes est due la maladie. — MM. **Gilbert** et **Carnot** ont pratiqué, chez les animaux, puis chez l'homme, l'ingestion de foie ou d'extrait hépatique dans les cas d'insuffisance hépatique. Chez les animaux, il y a toujours eu survie; chez l'homme, dans les cas de cirrhose et de diabète, les résultats sont encore incertains. — M. **Guiraud** présente ses recherches statistiques sur la mortalité et montre que les maladies virulentes suivent un cycle déterminé. — MM. **Tuffier** et **Hallion** sont parvenus à pratiquer chez des animaux diverses opérations sur les organes profonds en suppléant à l'affaissement pulmonaire provenant des résections costales par la respiration artificielle. La survie de la plupart des animaux opérés permet de penser que ces résultats pourront s'appliquer à l'homme. — M. **Wertheimer** adresse une note sur les voies de résorption de la bile dans le foie. — MM. **Langlois** et **Athanasiu** ont étudié l'action de l'extrait de capsules surrénales malades sur la pression sanguine. L'action anticoagulante de la peptone n'est pas modifiée. Les modifications de la pression sont variables. — M. **Richet** cite le cas de deux femmes névropathes qui étaient arrivées à ne plus absorber que des substances représentant 350 à 370 calories par jour; il est vrai que le quotient respiratoire s'était abaissé à 0 30, indiquant une fixation exagérée d'oxygène par les tissus.

M. **Hanriot** est élu membre de la Société.

Séance du 28 Novembre 1896.

M. **Roger** étudie l'effet des injections d'eau salée sur l'élimination par le rein; pour cela, il injecte à des lapins du sulfo-indigotate de soude ou du ferrocyanure de potassium; ces substances apparaissent plus vite dans l'urine et s'éliminent plus rapidement chez les sujets qui ont subi le lavage du sang que chez les témoins. Il faut en conclure que les injections d'eau salée stimulent l'activité glandulaire et réalisent un véritable lavage de l'organisme. — M. **G. Marinesco** décrit les lésions du système nerveux qu'il a observées chez des singes et des chats inoculés avec le *bacillus botulinus* ou sa toxine. — MM. **Ettlinger** et **Nageotte** ont étudié les lésions des cellules du système nerveux central qui se produisent dans l'intoxication addisonienne expérimentale (extirpation des deux capsules surrénales); on sait qu'il y a, dans ce cas, auto-intoxication. Les lésions consistent en des altérations profondes de la substance chromatophile du protoplasma et de la substance achromatique. — MM. **Charrin** et **Gley** présentent le squelette d'animaux provenant de générateurs soumis pendant longtemps à l'influence des toxines. Les os ont diminué de volume; plusieurs sont atrophiés ou manquent; il y a eu amputation spontanée. — M. **Féré** fait remarquer qu'il peut y avoir eu mutilation de naissance par la mère. — M. **Charrin** et Mlle **Pompilian** ont recherché les modifications que l'injection de toxine diphtérique ou pyocyanique fait subir à la contraction musculaire du cobaye. Pour des intoxications à petite dose, l'excitabilité musculaire augmente et la forme de la secousse est modifiée. — M. **Phisalix** montre que la résistance des serpents aux venins n'est pas due seulement au pouvoir immunisant du sang, mais aussi à la présence d'un principe immunisant secrété par les glandes labiales supérieures. — M. **Widal** montre que le bacille d'Eberth et le bacille de la psittacose peuvent être différenciés par la réaction agglutinante dans le sérum; mais il faut avoir l'habitude de la méthode pour saisir la différence. — M. **J. Roux** fait connaître ses recherches sur l'évacuation du contenu de l'estomac par le pylore et le mécanisme de cet acte. — M. **Rambaud** envoie une note relative à l'origine endodermique des vaisseaux sanguins. — M. **Widal** a pratiqué l'opothérapie chez des cirrhotiques et aussi l'injection d'extrait hépatique; l'état général s'est amélioré.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Novembre 1896

M. **Bouty**, président, annonce à la Société les décès de M. Morisot, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, auteur de recherches sur les chaleurs spécifiques, de M. Alfred Combes, maître de conférences de Chimie à la Faculté des Sciences de Paris, et enfin de M. Fizeau, dont il résume la carrière en quelques mots, rappelant ses principaux travaux, devenus immédiatement classiques, sur la vitesse de la lumière, la dilatation des cristaux, l'entraînement de l'éther par les corps en mouvement et, en commun avec Foucault, sur les interférences à grande différence de marche. L'assemblée de physiciens qui s'était réunie pour jeter les bases de la Société de Physique acclama Fizeau comme son président, et il fut, en 1873, le premier président de la Société constituée. La dépêche suivante a été adressée de Saint-Pétersbourg à l'occasion de sa mort : « La Société Physico-Chimique russe, réunie dans sa première séance annuelle, témoigne ses sentiments de regrets et de condoléances les plus vifs causés par la mort du premier président de la Société Française de Physique, le célèbre Fizeau ». — *Sur la loi des états correspondants et l'équation caractéristique des fluides* : M. **Raveau** propose une modification de la méthode par laquelle M. Amagat a vérifié le théorème des états correspondants en réalisant l'intercalation des deux faisceaux d'isothermes. Si l'on trace les courbes en prenant pour coordonnées les logarithmes de la pression et du volume, les coordonnées de deux points correspondants diffèrent de deux quantités constantes et les courbes correspondantes sont identiques. M. Raveau a tracé les réseaux de l'acide carbonique et de l'éthylène et a constaté, en les superposant et en les éclairant par transparence, qu'on pouvait intercaler les courbes sans qu'il y ait d'intersection. Il projette le diagramme obtenu en calquant l'un des réseaux sur l'autre. Les dimensions des tracés originaux n'excèdent pas 0^m40 sur 0^m30 ; cependant l'écart des courbes, dans la région où elles sont le plus resserrées, est encore de 2^{mm}, ce qui permet d'effectuer l'opération sans changement d'échelle. Les constantes critiques calculées pour l'éthylène sont identiques à celles qu'a données M. Amagat. De ces vérifications très étendues de la loi de van der Waals il ne résulte pas que l'équation caractéristique des fluides soit nécessairement plus simple qu'on ne l'avait pensé jusqu'ici ; la théorie montre que, si cette équation est algébrique, elle ne renferme que trois *constantes*, qui caractérisent la nature de chaque corps, mais le nombre des *coefficients*, pour chaque corps, reste indéterminé. En particulier, en traçant les isothermes d'après la formule de van der Waals, on constate l'impossibilité absolue de les intercaler entre les courbes expérimentales. L'étude attentive des données de l'expérience montre que le coefficient $\frac{d^2p}{dT^2}$ s'annule dans une région limitée, voisine du point critique ; il en résulte qu'il est impossible de représenter les expériences par une équation dans la forme de celle de Clausius, quelque complication que l'on donne à la fonction $f(T)$ dans le second terme $\frac{cf(T)}{(v+\beta)^2}$. En ce qui concerne la généralité complète de la loi des états correspondants, on peut remarquer d'abord que l'existence d'une limite inférieure du volume exigerait la proportionnalité du covolume au volume critique ; si le rapport n'est pas constant, il faudrait modifier légèrement le théorème en l'appliquant à l'excès du volume réel sur le covolume ; tel est d'ailleurs le sens de la modification qu'a proposée van der Waals pour rendre son théorème applicable à la formule de Clausius. La méthode de M. Amagat pourrait encore servir dans ce cas ; il suffirait de tracer les courbes en p et v et de ne pas chercher à réaliser la superposition des axes des p. D'autre part, les recherches de M. Sidney Young (1892) semblent établir que la loi de van der Waals n'est vraie que pour des corps de même formule chimique. La théorie cinétique des gaz faisant dépendre les chaleurs spécifiques de la forme de la molécule, on entrevoit une relation entre les propriétés thermométriques et les propriétés calorimétriques des corps. Ce point a une importance générale : la thermodynamique laisse en effet sans lien complet ces deux sortes de propriétés ; de la loi de van der Waals, supposée vraie, il est absolument impossible de rien déduire, quant aux variations de l'entropie dans des modifications correspondantes. On voit qu'il sera impossible de déduire théoriquement l'équation caractéristique des fluides, si on considère les molécules simplement comme les volumes très petits, sans se préoccuper de leur constitution et que les recherches de formules empiriques n'aboutiront que si on cherche à mettre en évidence les propriétés calorimétriques des corps. En terminant, M. Raveau fait remarquer que, si l'on traduit les résultats expérimentaux par des courbes logarithmiques, il reste de tout ensemble de mesures *relatives* bien faites une courbe dont la forme est absolument déterminée ; la comparaison de diverses séries d'expériences devient ainsi facile. Le tracé des courbes serait très simple si l'on utilisait les graduations des règles à calcul. M. *Broca* fait observer que, dans un travail récent, M. Paschen a utilisé pour des comparaisons de courbes la méthode proposée indépendamment par M. Raveau. — M. **Becquerel** s'est demandé quelle était la source de l'énergie qu'émettaient d'une façon si prolongée, dans l'obscurité, les cristaux de sels d'urane, sous forme de radiations qui impressionnent les plaques photographiques. Il a cherché avant tout s'il était possible d'épuiser cette énergie. Des cristaux enfermés sous un tube de verre scellé, par de la paraffine, à une lamelle de microscope, ont été séparés d'une plaque photographique par un papier noir et enfermés dans une double boîte placée dans un réduit obscur, absolument fermé à la lumière du jour. Certains de ces cristaux sont en expérience depuis le 3 mars, quelques-uns depuis le 3 mai ; ils n'ont pas cessé jusqu'à ce jour d'exercer une action sur une plaque sensible. M. Becquerel a cherché d'autre part à répéter, avec de l'air qui avait passé sur des cristaux d'urane ou sur un culot métallique contenant 95 °/₀ d'uranium, prêté par M. Moissan, l'expérience de décharge d'un électroscope, qui réussit quand on insuffle sur la boule de l'air qui a été traversé par les rayons X. En envoyant d'abord de l'air bien purgé de poussières, on voit se produire une déperdition lente, qui s'accélère brusquement dès qu'on place sur le trajet du courant un sel d'uranium ou le métal lui-même. Dans le second cas l'effet est particulièrement marqué. — M. **Lauriol** expose l'ensemble *des travaux de l'aéronaute Lilienthal* dont la mort a interrompu les essais encore incomplets. Il projette les épreuves originales de photographies prises pendant les expériences. Lilienthal avait cherché à réaliser le vol sans dépense d'énergie. C'est une utopie dans le cas où le vent est horizontal et de vitesse constante, mais la théorie montre qu'il est possible, quand le vent a une vitesse variable ou une composante verticale. Les observations de la tour Eiffel indiquent peu de variations dans la direction du vent et il serait d'ailleurs impossible de les prévoir pour les utiliser, vu leur irrégularité ; au contraire les composantes verticales semblent avoir des valeurs si grandes que les chiffres observés ne sont donnés que sous toutes réserves. Lilienthal s'est proposé d'utiliser un appareil dont la forme serait copiée sur les ailes des oiseaux ; la difficulté principale est ici la question de l'équilibre ; on doit apprendre à voler, comme on apprend à marcher ou à aller à bicyclette. Lilienthal n'a pu arriver à voler, c'est-à-dire à s'élever d'une façon constante ou à se maintenir au même niveau contre le vent ; il a pu réussir seulement à descendre en pente douce, à s'arrêter et à remonter quelques instants. Partant du

haut d'une colline artificielle de 15 mètres, l'aéronaute s'élançait en courant et parcourait ensuite quelques centaines de mètres sans dépense d'énergie. Le premier appareil était une sorte de double éventail croisé; on enfile les bras dans la croisée, par le mouvement des jambes on change le centre de gravité et on donne l'inclinaison des ailes. Un second appareil qui offrait 18 mètres carrés de surface portante, offrait deux étages de voiles; il était plus exposé aux coups de vent, mais permettait une descente beaucoup plus lente. Lilienthal a utilisé l'avantage énorme que présentent les surfaces courbes; la flèche de ses voiles était de $\frac{1}{12}$ environ de la corde. Cet avantage, bien connu avant lui, apparaît d'une manière frappante, quand on représente, comme il l'a proposé, les réactions qu'exerce un vent constant sur une voile orientée dans diverses positions par une courbe dont le rayon vecteur est cette réaction même, en grandeur et en direction: les ordonnées de cette courbe, qui représentent l'effet sustentateur, sont beaucoup plus grandes pour une surface courbe que pour un plan. La mort de Lilienthal, due probablement à un coup de vent brusque, qui a renversé l'appareil, ne nous laisse en possession d'aucun résultat numérique relatif à ses essais. — M. **Benoist** présente un *électroscope à trois feuilles d'or*. En coupant trois feuilles égales qu'on pince dans une feuille d'étain et qu'on fixe à un support on réalise un appareil plus sensible que l'électroscope ordinaire, dans le rapport de 1,5 à 1 environ. La présence de la feuille centrale, qui reste immobile, accroît la précision des mesures d'angle en fournissant un repère. L'angle limite qui, dans le cas de deux feuilles, est de 90°, serait de 120° dans le cas de trois, à condition que la feuille intermédiaire servît de support inférieur aux deux autres. Il est clair qu'on augmenterait encore la sensibilité en ne laissant plus qu'une feuille d'or; on serait ainsi ramené, comme dernier progrès, au type de l'électroscope de Henley; le calcul montre que le sinus de la demi-déviation serait à peu près proportionnel à la charge. — M. **Gendron** rappelle que des élestrocopes à tige ou à lame centrale fixe ont déjà été proposés, et sont cités par Wiedemann. M. Branly aurait employé un de ces appareils dans des expériences sur la conductibilité des poudres métalliques exécutées devant la Société [1]. — M. **Chabaud** présente des *tubes qui donnent naissance à des rayons X très intenses*. Quand on observe la décharge dans un tube dont la cathode est une calotte sphérique et l'anode une lame inclinée sur l'axe de cette calotte, on constate pour un vide de 1mm. l'existence d'une auréole autour des deux pôles et d'un cône de couleur verte, à deux nappes, limité d'une part par la cathode à laquelle il est homocentrique et s'étendant d'autre part au delà de l'anode. La raréfaction augmentant, les auréoles disparaissent progressivement, les deux nappes du cône se séparent en s'amincissant et sont réunies par un faisceau très délié qui a 7 ou 8 millimètres de long. La cause de ces phénomènes est inconnue; on pourrait soupçonner l'insuffisance du contact au point central où est fixé le rivet ou l'accroissement d'épaisseur en ce point; mais les effets ne changent pas quand on supporte la cathode en ses bords par quatre pinces. Les défauts de courbure sont trop faibles pour pouvoir jouer un rôle. La production des rayons X est la plus intense quand le faisceau central disparaît. En photographiant l'intérieur des tubes dans une chambre obscure sur des plaques placées dans les mêmes conditions, M. Chabaud a obtenu des clichés qui renseignent sur les centres d'émission des rayons; il a conclu de ses recherches que, comme le pense M. Colardeau, la bonne direction des rayons cathodiques dans un tube où il ne peut pas se produire de remous est le facteur principal de l'intensité et de la netteté; il a construit un tube Colardeau dans lequel les dimensions de la partie utile ont été si considérablement augmentées, qu'elle charge un électroscope à plus de deux mètres et qui permet, avec des étincelles de 0m25 ou 0m30 de faire voir, par fluoroscopie, les côtes et la colonne vertébrale d'un adulte.

C. Raveau.

[1] La dernière édition de *die Lehre von der Elektricität* de M. G. Wiedemann contient, en effet, tome I, p. 166, en note, l'indication d'un appareil de M. Kolbe (1888), assez analogue à celui de M. Benoist, mais qui n'est pas destiné aux mesures. L'électroscope de M. Exner (1887) comporte une lame rigide qui facilite le transport. M. Branly a décrit un appareil à lame intermédiaire où les feuilles ne peuvent prendre qu'une faible divergence, dans son *Traité élémentaire de Physique* (p. 376). Dans sa dernière communication à la Société Française de Physique, *Sur la conductibilité des gaz chauds* (20 mai 1892), il a employé un électroscope à une feuille. C. R.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues au cours des vacances de la Société.

MM. **R. Meldola** F. R. S., **C. H. Woolcott** et **E. Wray** décrivent un certain nombre de nouveaux dérivés du phénol, de la pyrocatéchine et du gaïacol qu'ils ont préparés au cours de leurs recherches relatives à la synthèse des dérivés du phénol rencontrés dans la nature tels que l'eugénol, le saliol, etc. — MM. **A. Richardson** et **Emily C. Fortey** ont étudié l'action exercée par la lumière sur différents alcools et spécialement sur l'alcool amylique qui, après quelques jours d'exposition à la lumière, contient d'assez grandes quantités de peroxyde d'hydrogène. — Les mêmes auteurs publient leurs travaux sur les effets produits par la lumière sur les éthers qui comme précédemment fournissent du peroxyde d'hydrogène. — M. **Samuel C. Hooker**: Constitution du lapachol et de ses dérivés. Etude de l'hydroxyisolapachol constituant le «Lomatiol» de Rennie. — MM. **Siegfried Ruhemann** et **G. L. Wolf**: Recherches sur les acides β cétoniques résultant de l'action du chlorofumarate d'éthyle sur le benzoylacétate d'éthyle et quelques autres dérivés. — Les mêmes auteurs décrivent ensuite la formation des dérivés du pyrazolone en partant de l'acide chlorofumarique. — M. **Henry E. Armstrong**: Note sur l'acide kétopicrique produit par l'oxydation du chlorhydrate solide (chlorocamphydrène) préparé en partant du pinène. — **A. G. Perkin** continue ses travaux sur la constitution des composés acides formant quelques matières colorantes naturelles. — M. **W. J. Sell** a réussi à introduire le groupe aldéhydique dans quelques dérivés hydroxylés de la pyridine et a isolé un sel disodique de la monaldéhyde de l'acide citrosinique. — En prolongeant l'action de certains oxydes acides sur les sels d'acides à groupes hydroxylés, MM. **G. G. Henderson** et **John M. Barr** ont obtenu certains sels doubles tels que l'antimoniomalate d'ammoniaque:

$$2Sb^2O\ C^4H^4O^5.AzH^4\ ^4Sb^2O(C^4H^5O^5)20H^2O,$$

l'antimoniomucate d'ammoniaque, le molybdotartrate de soude $MoO^2(NaC^4H^4O^6)^2 + 3\,H^2O$, le tungstitartrate de soude, etc. — MM. **W. H. Bentley** et **W. H. Perkin** décrivent quelques dérivés méthylés, éthylés, propylés etc. des acides propionique, acrylique et glutarique. — M. **W. J. Elliot** a fait réagir le chloroforme et la potasse sur l'acide métamidobenzoïque; il a obtenu un corps tout à fait insoluble, réduisant la liqueur de Fehling et donnant avec la phénylhydrazine un composé qui n'est pas une hydrazone, mais un dérivé azoïque. Ce corps a la formule suivante:

$$\begin{array}{ccc} AzH^2 & & AzH^2 \\ | & & | \\ C^6H^3.CHOH. & & COC^6H^3 \\ | & & | \\ COOH & & COOH \end{array}$$

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17. *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

Translation du corps de Pasteur. — Samedi dernier, 26 décembre, la dépouille mortelle de Pasteur a été transférée de la cathédrale de Paris dans la crypte de l'Institut Pasteur. Cette cérémonie a eu lieu en présence de la famille de l'illustre défunt et d'un grand nombre de notabilités scientifiques de la France et de l'Etranger. La presse politique en ayant déjà rendu compte, nous ne la mentionnons ici que pour associer une fois de plus la *Revue* à l'hommage dû par l'humanité tout entière à notre illustre compatriote.

F. Tisserand. — (Voir plus loin, page 1230).

§ 2. — Mécanique.

Les nouvelles locomotives électriques du système Heilmann. — Ces jours-ci va être mise en marche la nouvelle locomotive électrique du système Heilmann, construite pour la *Compagnie des Chemins de l'Ouest* par la *Société de Traction électrique*.

Fig. 1. — *Vue de la nouvelle locomotive électrique Heilmann.*

Nos lecteurs se souviennent de la description que la *Revue* a donnée du premier type de cette locomotive [1]. Cette machine, qui fonctionna sur les lignes de l'Ouest,

[1] Voir, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 août 1893, (tome IV, pages 489 à 500), l'article de M. Drouin sur la traction électrique des chemins de fer.

d'abord entre le Havre et Beuzeville, puis entre Paris et Mantes, avait, comme on sait, très justement attiré l'attention des ingénieurs. Elle a servi ensuite à faire des essais. Ainsi que l'avait prévu l'inventeur, sa stabilité s'est montrée exceptionnelle, son allure est celle d'un wagon à bogies, ses démarrages s'effectuent d'une façon progressive, sans à-coup et sans patinage. Elle a franchi sans difficulté des courbes de 75 mètres. Elle a traversé avec une facilité remarquable tous les appareils de la voie : aiguillages, croisements, etc. Son mode spécial de suspension sur bogie à 4 essieux, était pour beaucoup dans cette élasticité.

Elle a pu démarrer et remorquer à faible vitesse des trains de 400 à 450 tonnes. Elle a remorqué des trains de 200 tonnes sur une rampe de 8 millimètres.

Les premiers essais, entre le Havre et Beuzeville, ont mis en évidence la faible résistance au roulement de la machine. Cette ligne comporte, en effet, une rampe de 8 millimètres sur une longueur de 12 kilomètres. La machine a descendu cette rampe sans vapeur, et atteint, dans ces conditions, une vitesse de 100 kilomètres à l'heure. On sait que, dans les mêmes conditions, une locomotive à vapeur, à régulateur fermé, ne dépasse guère la vitesse de 65 kilomètres.

Dans les essais qui ont eu lieu entre Paris et Mantes, la vitesse de 108 kilomètres à l'heure a été atteinte sans difficulté. La locomotive a remorqué un certain nombre de trains du service régulier, et a donné lieu à une série d'essais de consommation qui ont fourni le chiffre moyen de 5k,62 de charbon par kilomètre-train. Les consommations ont d'ailleurs été en diminuant d'une façon continue, et les derniers voyages ont été effectués avec 3k,800 par kilomètre-train.

La locomotive a donné lieu à des expériences pour déterminer son action sur la voie. Des appareils de mesure ont été disposés pour mesurer la flexion verticale des rails, laquelle a été trouvée inférieure à celle que produit une locomotive à vapeur de même puissance. D'autres appareils ont été montés, sur le pont d'Argenteuil, pour mesurer la flexion des ouvrages d'art. Cette flexion a été trouvée exactement celle due au poids statique, alors que, avec les locomotives à vapeur, il se produit des efforts transversaux considérables, en même temps que des vibrations, qui, après le passage de la locomotive, se continuent pendant le passage du train.

A la suite de ces essais, la *Compagnie de l'Ouest* a confié à la *Société de Traction électrique* l'exécution de deux nouvelles machines, qu'elle doit prendre en location pour les affecter au service des trains réguliers.

Ces locomotives diffèrent un peu de la première, bien qu'elles soient du même type. La première, qui était, avant tout, une machine d'expérience, était d'une puissance ordinaire, sa machine à vapeur développait normalement 600 chevaux indiqués. Les nouvelles machines, sous un poids analogue, pourront développer 1.350 chevaux indiqués.

Ces locomotives, dont la construction s'achève en ce moment, ont la même forme générale que la première; elles sont montées sur deux bogies à quatre essieux chacun. La chaudière occupe l'arrière, la machine à vapeur et les dynamos sont à l'avant. La machine est abritée par une caisse en tôle, effilée à la partie antérieure. La figure 1 donne, du reste, une idée de cette forme générale.

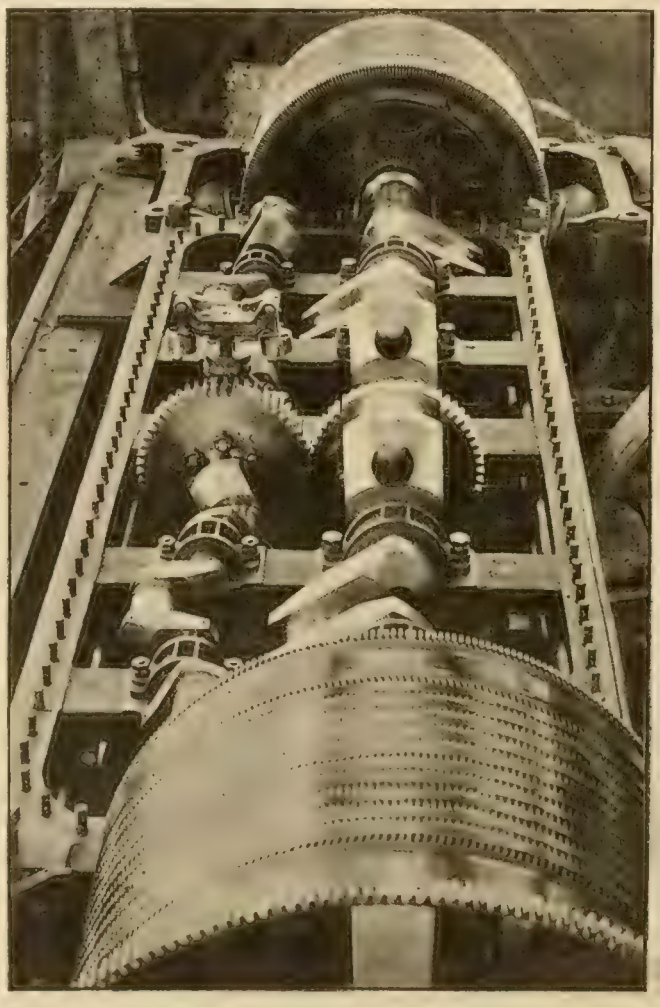


Fig. 2. — *Vue du bâti de la machine montrant la commande des essieux des roues par l'arbre des dynamos.*

La chaudière est du type locomotive. Elle n'a rien de particulier que ses grandes dimensions. La surface de chauffe est de 185 mètres carrés, la surface de grille 3mq,34. Le timbre est de 14 kilos.

La machine à vapeur est d'un type spécial, équilibré à six lignes de cylindres. Elle a été construite par MM. Willans et Robinson. C'est une machine compound tournant à 400 tours. Elle actionne deux dynamos multipolaires, une à chaque extrémité de l'arbre. Ces machines, construites par MM. Brown, Boveri et Cie, peuvent fournir chacune 1.000 ampères sous 450 volts.

La figure 2 montre l'ensemble de la partie inférieure de la machine à vapeur, avec les deux induits de dynamos. La partie supérieure se trouve enlevée, laissant ainsi voir l'arbre principal et l'arbre de distribution qu'il actionne par engrenages. Toute cette partie inférieur etourne dans un bain d'huile.

Les deux génératrices sont excitées par une petite dynamo auxiliaire, mise en mouvement par une machine à vapeur à deux cylindres du système Willans.

Chaque essieu est actionné par un moteur électrique. Ce moteur est porté par le bogie, et son induit est monté sur un tube que traverse l'essieu, avec un certain jeu. Le mouvement de l'induit est transmis à l'une des roues par un système de 3 ressorts (essieu monté). L'essieu peut ainsi se déplacer verticalement, sous l'action de chocs, sans entraîner avec lui le moteur.

Le poids total de la machine est d'environ 120 tonnes et sa puissance aux jantes des roues, environ 1.000 chevaux effectifs. Elle pourra remorquer, à la vitesse de 100 kilomètres à l'heure et en palier, 250 tonnes de matériel ordinaire. E. H.

§ 3. — Physique.

Les nouveaux tubes pour la Fluoroscopie. — La Fluoroscopie, méthode pour observer *de visu*, à l'aide des rayons X, les organes internes d'un individu vivant, animal ou homme, a reçu un notable perfectionnement depuis que M. le Professeur Gariel a décrit, dans cette *Revue*, ce merveilleux procédé d'exploration interne[1]. Les physiciens et les constructeurs se sont ingéniés à augmenter l'intensité et la régularité de la fluorescence, les premiers en proportionnant la puissance des bobines d'induction à celle des tubes, les seconds en créant de nouveaux types de tubes, susceptibles de fournir, sous l'action d'un flux cathodique considérable, une abondante production de rayons X très actifs.

Dans ce dernier ordre d'idées, il convient de signaler les tubes que viennent d'inventer M. Chabaud, de Paris, et M. Hard, de Zürich. Avec ces tubes et une bobine susceptible de donner des étincelles de 15 centimètres, on arrive à des résultats merveilleux : les rayons traversent la poitrine d'un homme de réplétion moyenne, ce qui permet d'apercevoir la silhouette des omoplates, et même la position de certains viscères, les battements du cœur, etc...

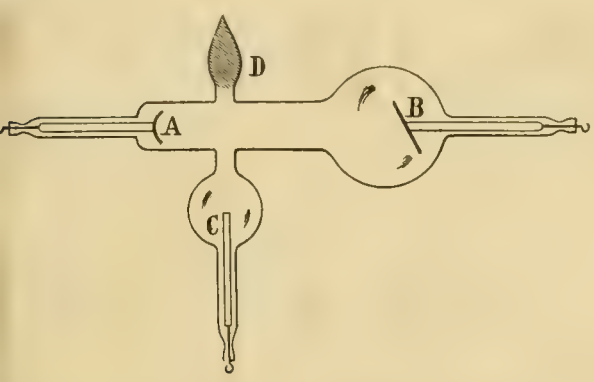


Fig. 1. *Tube de Hard.* — A, cathode ; B, plaque de platine émettant les rayons X ; C, lame de platine ; D, ampoule renfermant du charbon en poudre.

La figure 1 ci-jointe représente l'un de ces tubes. A est la cathode. En regard se trouve l'anode. Celle-ci porte une plaque de platine B, sur laquelle a lieu la chute des rayons cathodiques. Sous l'action de ces rayons, la plaque B émet, sur une grande surface, des rayons X très intenses. Lorsque la raréfaction du tube cesse d'être optimum, on la ramène à ce degré de la façon suivante : si la pression est trop basse, on chauffe l'ampoule D, qui contient du charbon en poudre, et on libère ainsi une petite quantité de gaz; veut-on, au contraire, réduire la pression, on réunit, pendant quelque temps, par un conducteur extérieur, la cathode A et la lame métallique C; dans ces conditions la lame C absorbe du gaz. Grâce à ce système, on peut régler d'une façon parfaite la raréfaction du gaz au degré le plus convenable pour obtenir le maximum de production des rayons X, et faire durer pendant très longtemps le fonctionnement du tube.

§ 4. — Chimie.

Sur la Philosophie chimique. — Au sujet du compte rendu que j'ai fait de sa thèse[2], M. Henri Hélier m'adresse la lettre suivante:

LETTRE DE M. H. HÉLIER

Monsieur, je viens de lire votre spirituelle critique de ma thèse de doctorat.

Vous avez raison, Monsieur, la vraie loi de l'attraction universelle est peut-être beaucoup plus compliquée que ne l'indique la formule de Newton. Je laisserai à M. Henri Poincaré le soin de vous répondre :

« En formulant une loi générale, simple, précise, « basée sur des expériences relativement peu nom- « breuses et qui présentent certaines divergences, on « ne fait qu'obéir à une nécessité à laquelle l'esprit « humain ne peut se soustraire ».

Vous croyez à la fécondité indéfinie de l'expérience. Sans doute, mais toujours l'expérimentation s'est laissé conduire par une idée préconçue, par une philosophie. Idée souvent presque absurde en apparence, philosophie parfois bizarre et déconcertante dans ses signes. « Si je vous racontais comment j'ai fait mes découvertes, disait Faraday, vous me prendriez pour un imbécile. » Tous les grands chimistes ont eu ainsi des idées de derrière la tête, qu'ils se sont bien gardés de faire connaître. Il est vrai qu'elles leur ont suffi pour achever presque la chimie expérimentale, mais je garde le droit de dire qu'au point de vue du mécanisme des actions chimiques, ils ont travaillé comme au hasard. C'est de leurs travaux que nous avons tiré nos méthodes et nos théories actuelles ; elles en sont le plus précieux résultat, elles n'en furent pas l'origine.

J'ai toujours pensé, monsieur, que la science était une. Il peut être permis à des hommes de génie de mépriser les ressources que telle de ses parties offre à telle autre. A défaut de génie, laissons-nous guider par « des vues théoriques solidement établies sur le terrain mathématique », si insuffisantes soient-elles, quitte à les jeter par-dessus bord le jour où elles se seront trop gravement compromises aux heurts de l'expérience. Vous pensez que des savants trop prudents trouveront ce secours fragile et hésiteront avec lui à s'engager dans des recherches nouvelles : tant pis pour eux. Nous leur offrons nos béquilles : s'ils n'en veulent pas, qu'ils restent en place.

Veuillez agréer, etc. **Henri Hélier.**

RÉPONSE DE M. L. OLIVIER

1° L'observation de M. Poincaré est parfaitement juste ; il accepte la loi de Newton en Astronomie, mais il ne dit pas aux chimistes : « Prenez-la telle qu'elle est, et votre science ira comme sur des roulettes. » En quoi donc sa remarque appuie-t-elle l'opinion de M. Hélier?

2° J'ai parlé de la « fécondité indéfinie de l'expérience » . Je n'ai pas dit : « de l'expérience *aveugle*, réduite à des manipulations *quelconques*, sans idée directrice ». Sur l'utilité de l'hypothèse, même baroque, je suis d'accord avec M. Hélier et, je l'espère, avec tout le monde. Mais je me garde d'en conclure qu'il n'y a plus que des théories à édifier et que la Chimie expérimentale est « presque achevée [1]. »

3° M. Hélier prétend qu' « au point de vue du mécanisme des actions chimiques », nos grands savants « ont travaillé comme au hasard ». Je persiste à n'être point de son avis. Il me semble que Deville, sinon en découvrant, du moins en étudiant la dissociation, Debray en poursuivant l'analyse expérimentale de ce phénomène, ont travaillé sans bandeau sur les yeux. Quand Dumas, dans son Mémoire sur le Carbone, comparait les com-

[1] Voyez la *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1896.
[2] *Revue générale des Sciences* du 30 novembre 1896.

[1] A diverses époques certains savants ont cru que le nombre des faits établis par l'expérience était tel qu'il n'y avait plus d'intérêt à l'accroître. Oken, au siècle dernier, professsait cette opinion : il suffisait, selon lui, de mettre en œuvre les faits connus, pour en exprimer toute l'organisation de la Nature. Il a ainsi enfanté le système le plus comique qui se puisse imaginer.

On aurait tort de m'objecter, à ce propos, la théorie vertébrale du crâne, théorie qui, *telle que l'histoire des sciences la formule*, appartient à Gœthe. Oken bénéficie d'une erreur, quand on lui attribue le mérite de cette conception. Ce qui sauve son nom de l'oubli, c'est qu'on ne le lit plus !

L. O.

binaisons à des systèmes planétaires, et présumait qu'un jour viendrait où le calcul s'appliquerait aux réactions de la Chimie avec la même certitude qu'au cours des astres, ne se préoccupait-il pas du « mécanisme des actions chimiques », et peut-on dire qu'il s'avançait dans la nuit sans guide et sans flambeau? Lavoisier et Laplace fondant la calorimétrie chimique, Berthelot, Thomsen, Longuinine, appliquant cette méthode à mesurer le travail des réactions, ont-ils vraiment expérimenté au hasard? La découverte, par Berthelot et Péan de Saint-Gilles, des vitesses d'éthérification, la publication, par M. Berthelot, d'une série de travaux qui ont abouti à sa *Mécanique chimique*, les recherches de M. Van t'Hoff sur la pression osmotique, de M. Gibbs, de M. H. Le Châtelier sur les équilibres chimiques, et beaucoup d'autres études du même genre, ne témoignent-elles pas du souci, qu'ont un très grand nombre de savants, d'éclairer le « mécanisme » des combinaisons? Il semble difficile d'attribuer leurs efforts dans ce sens à une sorte d'inconscience heureusement servie par le Destin.

M. Hélier ne pardonne pas à ces efforts de se montrer féconds. Suivant lui, les maîtres de la Chimie ont erré en aboutissant par l'expérimentation à la mise au jour de lois naturelles : «... Ils ont travaillé comme au hasard. C'est de leurs travaux que nous avons tiré nos méthodes et nos théories actuelles; elles en sont le plus précieux résultat, elles n'en furent pas l'origine. »

Si je comprends bien, c'est reprocher aux chimistes de n'avoir point énoncé les résultats de leurs travaux avant de s'être mis au travail.

Puissent les béquilles automobiles que leur offre M. Hélier, les aider à modifier leur marche à coup sûr fort lente.

... Ces critiques, ai-je besoin de le dire, ne m'empêchent pas de reconnaître l'intérêt très réel de la savante dissertation de M. Hélier.

Louis Olivier.

§ 5. — Sciences médicales.

Nouveau procédé d'intervention chirurgicale sur l'intestin. — Les interventions chirurgicales sur l'intestin sont d'origine toute récente, et comptent parmi les plus belles conquêtes de la Chirurgie moderne. Les opérations se multiplient chaque jour. C'est la pylorectomie, pratiquée le plus souvent pour cancer de l'estomac, suivant les règles émises par Billroth, c'est-à-dire en trois temps. Dans le premier, isolement de la tumeur bien détachée de ses connexions épiploïques; dans le second, section de l'estomac et du duodénum; enfin, dans un troisième, réunion de l'estomac au duodénum. C'est la gastro-entérostomie, imaginée par Wœlfer en 1881 et pratiquée dans un cas de cancer du pylore trop étendu pour permettre une opération radicale. Ce sont ces deux opérations combinées l'une à l'autre, ou bien encore la pyloroplastie, exécutée, en 1886, par Heinecke et Mickulicz, pour remédier à des cas de cicatrice pylorique peu étendue.

Sur l'intestin, ce sont les sutures diverses, les antéro-anastomoses et les résections plus ou moins considérables, les sutures pouvant se faire de façons très différentes : sutures à différents étages, c'est-à-dire comprenant les différentes tuniques séparément, telle l'entéroraphie longitudinale; la suture circulaire par abrasion; la suture circulaire avec fente, procédé imaginé et décrit par M. le Dr Chaput.

Mais le premier grand perfectionnement apporté aux opérations, le fut par Murphy, de Chicago, qui, en 1892, imagina le bouton anastomotique qui porte son nom [1].

Ce bouton se compose essentiellement de deux pièces, deux cylindres, avec chacun une sorte de chapeau. De ces deux pièces, l'une est mâle, l'autre femelle. Le cylindre femelle, le plus simple et aussi le plus large, présente à sa face interne un pas de vis. De ses deux extrémités l'une est libre, l'autre est surmontée d'une gouttière circulaire dont la face convexe regarde l'extérieur. Le cylindre mâle est identique au précédent, mais présente en plus deux tiges à crochets, insérées sur la face interne du cylindre et sortant par deux orifices creusés dans l'épaisseur de la gouttière circulaire qui coiffe le cylindre.

Comment se servir de ce bouton? La méthode est simple. Supposons que l'on veuille aboucher deux anses intestinales. Sur chacune d'elles on fait une légère incision par laquelle on introduit l'un des cylindres, mâle ou femelle, peu importe; puis le cylindre est maintenu en place par des fils circulaires, chose aisée, grâce à la gouttière circulaire ci-dessus décrite, les crochets de la pièce mâle étant venus se buter contre le pas de vis de la pièce femelle.

On a reproché à ce bouton, toutefois, d'être trop volumineux, et le Dr Chaput, dans des expériences faites avec MM. Angelesco et Lenoble, a montré qu'il passait difficilement dans l'intestin grêle et qu'il pouvait ainsi provoquer une obstruction intestinale.

Le Dr Chaput, modifiant et perfectionnant l'appareil, imagina un autre dispositif auquel il donna le nom de gouttière anastomosique, pour l'exécution des opérations sur l'estomac, l'intestin et la vésicule biliaire, mais que l'on nomme plus communément bouton de Chaput. Cet appareil est composé d'une gouttière en étain, qui, vue de face, a la forme d'un anneau elliptique percé au centre d'un orifice. Que l'on regarde cet anneau de profil, on constate que ses bords ont la forme d'une gouttière qui fait tout le tour de l'instrument, mais présente six incisions, décomposant ainsi l'anneau en six portions minces et flexibles.

Qu'il s'agisse d'une entéro-anastomose ou d'une gastro-entéro-anastomose, après incision sur chaque organe, on introduit les bords de l'orifice dans la concavité de la gouttière et l'on passe un fil qui le maintient solidement; puis, à travers les parois de chaque viscère, on comprime avec les doigts les lames flexibles, de façon à les serrer fortement entre les parois et obtenir ainsi une fixité absolue.

Le procédé est simple, ingénieux et facile; mais, comme les précédents, il présente le grave inconvénient d'obliger le chirurgien à avoir un orifice préalablement fait dans chacun des organes à anastomoser.

Or le Dr Souligoux, prosecteur à la Faculté de Médecine de Paris, vient de décrire un nouveau procédé, fort simple, et, semble-t-il, appelé à modifier complètement la technique de la chirurgie intestinale.

Il a eu pour but d'aboucher soit l'estomac à l'intestin, soit une anse intestinale à une autre anse intestinale, soit la vésicule biliaire à l'intestin, et cela sans ouvrir préalablement ces cavités, faisant, ainsi qu'il l'a désigné lui-même, soit une gastro-entéro-anastomose, soit une entéro-anastomose, soit une cholécystentéro-anastomose sans ouverture préalable de la cavité des organes à anastomoser.

La méthode est simple. Elle consiste à déterminer, sur chacun des organes à réunir, une plaque de sphacèle et à adosser face à face les deux plaques par un surjet. Qu'arrive-t-il? Des adhérences péritonéales se forment rapidement, si bien que, lorsque les portions sphacélées tombent, ce qui arrive après un laps de temps de quarante-huit heures, ces adhérences sont largement suffisantes pour maintenir accolés les deux organes et assurer ainsi une connexion rapidement parfaite. Pour l'instrumentation, il suffit d'une pince très puissante, à mors très solide, spécialement construite à cet effet, d'une fine aiguille à suture, de fil de soie et de potasse caustique solide.

Quant au manuel opératoire, simple, lui aussi, il diffère suivant que l'on a affaire à une gastro-entéro-anastomose, d'une part, à une cholecystentéro-anastomose, de l'autre.

Dans le premier cas, que l'on veuille aboucher l'estomac à une anse intestinale ou que l'on veuille abou-

[1] Murphy, Communication sur le bouton de Murphy. *New-York Med. Record*, déc. 1892, t. II, p. 665, et 1894, t. I.

cher deux anses entre elles, le manuel opératoire est le même. On recherche et on attire au dehors les organes destinés à être anastomosés, l'estomac et l'intestin, par exemple. Le bord libre de l'intestin est fortement serré pendant un court instant entre les deux mors de la pince, et l'on peut, pour cela, déployer une force considérable sans craindre la moindre rupture.

Il est fait de même sur l'estomac. Les deux organes sont accolés et les deux bords internes reliés l'un à l'autre par un surjet. Les deux zones si fortement comprimées, et rapidement devenues d'une coloration noirâtre, sont là sous les yeux. On les cautérise toutes deux largement, dans toute leur étendue, avec un morceau de potasse caustique solide; puis, mettant en présence ces deux zones mortifiées, on réunit les deux bords restés libres, ayant fait tout autour de la double eschare un surjet qui l'isole et accole complètement les deux organes. Les jours suivants l'eschare s'élimine d'elle-même, et une communication sans ouverture préalable s'effectue spontanément entre les deux organes.

Dans les cas d'abouchement de l'intestin à lui-même, le manuel opératoire est identiquement semblable.

Dans les cas d'abouchement de la vésicule biliaire à l'intestin, il doit être légèrement modifié. On attire au dehors l'anse intestinale et on trace au bistouri une incision elliptique de trois centimètres de long sur deux de large, mais n'intéressant que deux des trois tuniques de l'estomac : la tunique séreuse et la tunique musculaire. La tunique muqueuse est laissée intacte, mais mortifiée et cautérisée ensuite sur une étendue d'un demi-centimètre. La vésicule biliaire attirée, elle aussi, au dehors, est approchée de l'anse à anastomoser. Un fil mince, armé d'une aiguille, est passé sur chacune des deux faces; puis, la face postérieure réunie au bord postérieur de l'intestin par un surjet qui les maintient solidement en présence. Ceci fait, le fond de la petite poire que représente la vésicule biliaire est broyé et badigeonné à la potasse caustique; puis, des deux bouts pendants du fil passé dans les parois de la vésicule, l'antérieur est introduit à travers l'intestin, en avant de la zone mortifiée, le postérieur en arrière de cette même zone. On a ainsi deux fils qui permettent d'attirer à soi la vésicule biliaire et de la faire s'invaginer dans l'anse intestinale; la partie invaginée correspondant au fond de la vésicule biliaire, c'est-à-dire à la portion nécrosée. Que l'on termine le surjet en avant, que l'on coupe au ras de l'intestin les deux fils qui ont amené, guidé et invaginé la vésicule biliaire, et l'opération se trouve terminée.

La méthode, on le voit, est simple, bien plus facile à pratiquer qu'à décrire, comme le dit M. le Dr Souligoux lui-même, et, déjà expérimentée, elle a donné à son auteur et à divers chirurgiens, d'excellents résultats. Elle a surtout le grand avantage d'éviter l'introduction, dans la cavité péritonéale, de germes infectieux venus des organes anastomosés, et cela nécessairement, puisque aucun de ces organes n'est préalablement ouvert.

M. Fontoynont,
Interne des hôpitaux.

§ 6. — Géographie et Colonisation.

Les relations commerciales de l'Égypte avec le Soudan oriental. — M. Henri Dehérain nous adresse la lettre suivante :

« Mon cher Directeur,

« Au début de la remarquable étude qu'il a récemment publiée dans la *Revue* [1], M. le Lt-colonel Rébillet expose que le commerce entre le Soudan occidental et le Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie) est en pleine décadence. Tandis qu'au milieu de ce siècle il était encore assez brillant, il a présentement perdu tout éclat.

« Voulez-vous me permettre d'ajouter qu'un phénomène économique tout à fait analogue s'est produit dans la vallée du Nil, et que maintenant les relations commerciales entre l'Egypte et le Soudan oriental sont aussi presque complètement interrompues.

« Au XVIIIe siècle, le commerce entre l'Egypte d'une part et le Darfour, le Kordofan et le Sennar de l'autre, était animé. L'arrivée des caravanes provoquait l'admiration de Benoît de Maillet, consul de France au Caire, de 1692 à 1708, l'un des plus éclairés parmi nos vieux agents diplomatiques en Orient. « On ne saurait croire, écrivait-il, combien la caravane renferme de richesse. » Il insiste sur les sommes prodigieuses que cette caravane doit remporter tous les ans, à son retour dans son pays, en espèces ou en marchandises.

« Les renseignements recueillis par cette compagnie d'hommes d'élite, de chercheurs aussi infatigables qu'avisés, qui accompagnèrent Bonaparte pendant sa campagne de 1798-99, prouvent qu'à la fin du siècle ce commerce était toujours aussi prospère.

« Alors les caravanes du Darfour et du Kordofan arrivaient à Girgeh et à Siout (haute Egypte) sur la rive gauche du Nil, celles du Sennar à Assouan, sur la rive droite. Il existait aussi un courant commercial entre le Sennar et le port de Souakim sur la mer Rouge.

« Les principales denrées apportées par les caravanes étaient des dents d'éléphant, des cornes de rhinocéros dont on fabrique des manches de poignard, du bois d'ébène, des plumes d'autruche, de la gomme, et enfin des pains ronds et noirâtres de tamarin dont on compose en Orient des boissons rafraîchissantes. C'étaient la vente et l'achat des nègres qui provoquaient le trafic le plus important. Ce commerce se maintint pendant la durée de la domination égyptienne au Soudan. Il baissa un peu à la suite de certaines mesures administratives maladroites, puis il se releva, quand les explorateurs eurent découvert les pays à ivoire du haut Nil et du Bahr el Ghasal, et eurent, en même temps, ouvert aux trafiquants un champ nouveau d'exploitation.

« Mais, il y a une vingtaine d'années, ce commerce commença à décroître, puis il cessa presque entièrement.

Un voyage que nous fîmes en haute Egypte, en janvier 1896, et surtout des conversations que nous eûmes à Siout avec quelques négociants, nous ont convaincu de la profonde modification de l'ancien état de choses.

« Il est remarquable que certaines des causes auxquelles le Colonel Rébillet attribue la décadence du commerce entre le Soudan occidental et le Maghreb aient aussi provoqué le déclin, puis l'anéantissement de celui de la vallée du Nil. C'est ainsi, par exemple, que l'interdiction du trafic des esclaves a, en Egypte, comme en Algérie, grandement contribué à ce phénomène économique. Le khédive Ismaïl Pacha se rendant, sans enthousiasme d'ailleurs, aux sollicitations répétées du gouvernement anglais, défendit d'introduire des nègres en Egypte. De son côté, Gordon, prenant très au sérieux son rôle de gouverneur général du Soudan égyptien, traqua de toutes parts les marchands d'esclaves. Sous l'influence de ces mesures humanitaires, le commerce de la vallée du Nil diminua.

« Mais c'est surtout aux événements politiques, qu'est due sa disparition. On sait que, depuis 1883, le Soudan oriental a échappé à la domination égyptienne. Or, depuis l'établissement du gouvernement du Mahdi, la population a considérablement diminué par suite de guerres, de famines et d'épidémies. Joignez que le régime de bon plaisir et d'arbitraire institué par le khalife Adullah, successeur du Mahdi, écarte les négociants égyptiens, qui n'osent plus risquer leurs capitaux dans des entreprises commerciales. Et voilà pourquoi seuls quelques audacieux traversent encore furtivement des solitudes qui s'étendent entre le Soudan et l'Egypte, alors que naguère on voyait chaque année des chameaux lourdement chargés descendre par centaines la montagne qui s'élève derrière les palmeraies de la ville de Siout.

« **Henri Dehérain.** »

[1] Les Relations commerciales de la Tunisie avec le Soudan, *Revue des Sciences*, 15 décembre 1896.

LA VIE ET LES TRAVAUX DE F. TISSERAND

LEÇON D'OUVERTURE DU COURS DE MÉCANIQUE CÉLESTE A LA SORBONNE [1]

Ce n'est pas sans émotion que je m'assieds dans cette chaire où vous avez vu si longtemps un maître éminent, qui fut mon ami.

Vous savez tous ce qu'il a été pour ses élèves. Il leur a toujours témoigné, comme à tous ceux qui l'entouraient, une bienveillante et délicate sollicitude. Il les recevait avec cette tranquille simplicité que le succès, les honneurs, la gloire même n'avaient jamais pu altérer. Aussi était-il un guide qui ne s'imposait à personne, mais que tous acceptaient.

Ses collègues aussi appréciaient la douce constance de son humeur; ils aimaient son influence conciliante et ses conseils, toujours dictés par un jugement droit et ferme. La perte qu'ils ont faite ne sera jamais réparée.

Mais je ne veux pas me laisser aller à vous parler trop longuement de l'homme. C'est de son œuvre que je dois vous entretenir.

I

Tisserand entra à l'Ecole Normale en 1863 à l'âge de 18 ans: il se consacra de bonne heure à l'Astronomie, et entra à l'Observatoire en 1866 au sortir de l'Ecole.

Il ne devait pas tarder à se faire connaître à la fois comme théoricien et comme observateur. La même année, en effet, en 1868, il écrivait une thèse très remarquée, dont nous parlerons plus loin, et il se faisait envoyer dans la presqu'île de Malacca pour observer une éclipse de Soleil.

En 1873, il était nommé directeur de l'Observatoire de Toulouse et professeur d'Astronomie à la Faculté de cette ville.

En 1878, enfin, ses travaux recevaient une triple récompense : il était élu membre de l'Académie des Sciences, membre du Bureau des Longitudes, et il entrait à la Faculté des Sciences de Paris en qualité de professeur suppléant. Bien qu'il n'eût que 33 ans, sa rapide élévation n'étonnait que lui.

Il nous appartenait donc depuis près de 20 ans. Il enseigna d'abord la Mécanique rationnelle comme suppléant de Liouville; parmi ceux qui sont encore sur ces bancs, il n'est probablement personne qui ait entendu les leçons qu'il professa dans cette chaire; mais je puis vous dire d'un mot ce qu'il y a été : il y a déployé les mêmes qualités que vous appréciez chez le maître qui s'y est assis après lui [1].

D'ailleurs, il passa bientôt à la chaire de Mécanique Céleste, où l'appelaient sa compétence et ses études de prédilection. Pendant de longues années, trop courtes, hélas! pour l'Astronomie française, il vous y a prodigué les trésors de sa science, et, éclairant votre chemin d'une lumière calme et constante, il vous a facilité l'accès des plus hautes vérités.

Il aimait cet enseignement qu'il n'avait pas voulu quitter quand il avait été appelé à d'autres fonctions. Il allait le reprendre avec joie lorsque la mort l'a supris, et on a retrouvé dans ses papiers plusieurs leçons toutes préparées.

En 1892, il fut nommé Directeur de l'Observatoire de Paris. Les qualités de son esprit et surtout celles de son caractère lui ont permis de rendre à cet établissement de précieux services.

Ce n'est pas ici le lieu d'en parler; je ne puis cependant passer sous silence l'impulsion qu'il a donnée au travail de la Carte photographique du Ciel, ni ses études, si curieuses et si pénétrantes, sur la marche de la pendule de l'Observatoire.

Il revenait ainsi à l'Astronomie d'observation, dont les circonstances l'avaient détourné depuis quelques années, mais qu'il avait déjà utilement servie au Japon et à la Martinique, lors des deux passages de Vénus.

Mais c'est l'Astronomie théorique qu'il a surtout cultivée, et je suis forcé de m'étendre longuement sur cette partie de son œuvre.

II

Méthode de Delaunay. — Le premier travail de Tisserand a été une thèse sur la méthode de Delaunay, alors tout à fait nouvelle. Le premier, Delaunay avait rompu avec les traditions anciennes de la Mécanique Céleste et abandonné des procédés qui devenaient impuissants en face des problèmes plus délicats qui restaient à résoudre.

Peut-être, toutefois, n'avait-il pas aperçu toute la portée de sa découverte; en la rattachant aux prin-

[1] Notre illustre collaborateur M. Henri Poincaré, professeur de Physique mathématique à la Faculté des Sciences de Paris, vient, après la mort de F. Tisserand, de permuter de chaire. C'est en prenant possession de l'enseignement de la Mécanique Céleste, dont s'était acquitté avec tant d'éclat le regretté directeur de l'Observatoire de Paris, que M. H. Poincaré a prononcé, le 23 novembre dernier, la remarquable leçon d'ouverture qu'on va lire. Nous le remercions d'en avoir réservé la publication à la *Revue générale des Sciences.* (Note de la Direction.)

[1] M. Paul Appell, membre de l'Académie des Sciences. (Note de la Direction).

cipes de Jacobi, Tisserand l'éclairait d'un jour nouveau, et il allait en tirer un parti inattendu.

L'inventeur n'avait appliqué sa méthode nouvelle qu'à la théorie de la Lune; la thèse de Tisserand a pour but de l'étendre à la grande inégalité de Jupiter et de Saturne; c'était montrer en même temps, ajouterai-je, qu'elle peut servir au calcul de toutes les grandes inégalités à longue période qui avaient jusque-là arrêté les astronomes.

Une des plus remarquables est celle qui se produit quand le rapport des moyens mouvements est très voisin de $\frac{j}{j+1}$, j étant entier. C'est ce qui arrive, par exemple, dans le cas de certaines petites planètes dont le moyen mouvement est à peu près le double de celui de Jupiter; ou bien encore dans le cas de deux des satellites de Saturne, Hypérion et Titan, dont les vitesses angulaires moyennes sont à peu près entre elles comme les nombres 3 et 4.

Ces cas, autrefois inabordables, ont pu être facilement traités par Tisserand, grâce aux moyens nouveaux qu'il avait créés. La solution, remarquable par son élégance, se rattache à la théorie des solutions périodiques.

Il a déterminé de cette façon la masse de Titan et l'orbite de quelques petites planètes; il indiquait ainsi à ses élèves une voie où beaucoup d'entre eux devaient trouver des occasions d'utiles travaux.

Ces cas de commensurabilité approchée présentent un très grand intérêt théorique. Ce sont ceux, en effet, où l'invariabilité des grands axes peut sembler douteuse. Tout au moins n'était-elle pas démontrée jusqu'ici.

Par un heureux emploi de la méthode de Delaunay, Tisserand a triomphé des dernières difficultés: les grands axes peuvent subir, dans certains cas, des variations dont l'amplitude est assez grande; mais ces variations sont périodiques et elles ne compromettent pas la stabilité du système.

C'est dans ce travail qu'on voit apparaître, pour la première fois, des développements procédant, non pas suivant les puissances entières des masses, mais suivant celles des racines carrées des masses.

Si le rapport des moyens mouvements osculateurs est encore plus voisin d'un nombre commensurable, on voit se produire un phénomène bien digne d'intérêt. Ce rapport subit des oscillations périodiques, et de telle façon que ce que l'on peut appeler les moyens mouvements moyens soient *exactement* commensurables entre eux.

On dit alors qu'il y a *libration*; Tisserand discute en détail toutes les circonstances qui peuvent se présenter.

Le mémoire sur la libration des Petites Planètes est un des derniers qu'il ait écrits.

Ainsi, les mêmes recherches qui avaient occupé ses débuts, l'ont intéressé jusqu'à ses derniers moments.

Elles sont condensées dans une série de courtes Notes qui ont paru dans les *Comptes Rendus* ou dans le *Bulletin Astronomique*. Dans l'étroit espace que ces recueils lui réservaient, Tisserand a su tout dire et tout dire clairement.

On dirait qu'il y a exprimé tout le suc de ces nouvelles méthodes dont l'exposition complète remplit de gros volumes. Dédaigneux d'un appareil mathématique inutile, il va droit au point essentiel et néglige ce qui n'est qu'accessoire.

Ce qui est essentiel, c'est la possibilité d'exprimer les coordonnées des astres par des séries dont tous les termes sont des fonctions périodiques de plusieurs arguments.

Mais si Tisserand appréciait ce progrès, auquel il avait si puissamment contribué, il n'en avait pas, pour ainsi dire, la superstition; il l'a bien montré. Il arrive souvent qu'avec les récents procédés un terme unique est remplacé par un très grand nombre de termes nouveaux, dont les périodes sont extrêmement peu différentes. Il arrive plus souvent encore qu'une période est très mal connue. Le progrès est alors apparent et illusoire. Tisserand a souvent insisté sur ce point, nous donnant ainsi, une fois de plus, une leçon utile. Qu'on relise sa Note à propos des recherches de M. Souillart sur les satellites de Jupiter.

III

Critérium de Tisserand. — Souvent l'orbite d'une comète est profondément modifiée par l'action des grosses planètes; en retrouvant cette comète après quelques années, on croit avoir affaire à un astre nouveau.

Quand on soupçonne l'identité de deux comètes, on est contraint, pour s'en assurer, à de pénibles calculs; le résultat est ordinairement négatif. On peut donc s'épargner bien du travail si l'on a un moyen d'éliminer *a priori* de fausses identités.

Ce moyen, Tisserand nous l'a donné : Si l'on néglige l'excentricité de Jupiter, ce que nous pouvons faire, la fonction connue sous le nom d'*intégrale de Jacobi* doit demeurer constante. C'est un véritable invariant, que les perturbations ne peuvent altérer et qui permet de suivre une comète à travers les changements qu'éprouve son orbite.

A cette question se rattache celle de la capture des comètes périodiques; Tisserand l'a traitée dans le *Bulletin Astronomique*.

Perturbations de Pallas. — La recherche des Perturbations exige d'abord le développement de la fonction perturbatrice. Ce développement est très laborieux, surtout quand on a besoin des termes

d'ordre élevé et quand les inclinaisons sont grandes.

Toutes ces circonstances sont réunies dans le cas de Pallas ; on sait les calculs gigantesques que Le Verrier a dû entreprendre pour étudier la grande inégalité de cette planète. Ces calculs seront aujourd'hui bien simplifiés. Tisserand a, en effet, rattaché la détermination des termes qui dépendent de l'inclinaison à la théorie des séries hypergéométriques de Gauss. La méthode nouvelle est applicable à une foule de cas, non seulement à Pallas, mais à beaucoup de petites planètes et même aux comètes de courte période.

Équation de Gyldén. — Gyldén a été conduit, dans ses recherches, à une équation linéaire très simple dans sa forme :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = (\alpha + \beta \cos \gamma t)x.$$

Les chemins les plus divers et les plus détournés l'y ramènent toujours et, à son exemple, bien des géomètres s'y sont attaqués ; l'étude approfondie que Tisserand en a faite a donc beaucoup contribué à faciliter la solution de nombreux problèmes.

Travaux divers. — Je ne puis songer à énumérer ici les sujets si variés que Tisserand a traités, relatifs soit à la détermination des orbites, soit à l'anneau de Saturne, soit à certains points de la théorie de la Lune, soit à l'origine des Comètes.

Son attention a été également attirée par les questions qui se rattachent à la figure des corps célestes, à la rotation de la Terre et à sa constitution interne, aux hypothèses de la nutation diurne et de la variabilité des latitudes, à la libration de la Lune.

IV

Aplatissement de Neptune et d'Algol. — La planète Neptune est trop éloignée pour que le télescope puisse déceler son aplatissement ; mais le mouvement de son satellite peut nous permettre de le mettre en évidence et même d'en déterminer les limites.

C'est le résultat qu'a obtenu Tisserand ; mais il a fait plus encore : Algol n'apparaît dans les lunettes que comme un point lumineux ; son satellite n'est même pas visible et son mouvement ne nous est dévoilé que par ses variations d'éclat et les déplacements de ses raies spectrales. Ces données ont suffi à Tisserand pour calculer l'aplatissement de cette étoile.

Loi de Weber. — On s'est souvent demandé si les progrès de la science ne nous amèneront pas un jour à substituer à la loi de Newton une autre loi peu différente, mais plus approchée. Tisserand est revenu sur cette question à plusieurs reprises et il a, en particulier, fait porter son enquête sur les points suivants :

1° Les astres se meuvent-ils dans un milieu résistant ?

2° La propagation de l'attraction est-elle instantanée ?

3° Comment les planètes se comporteraient-elles, si elles obéissaient à la loi électrodynamique de Weber ?

4° La loi de Newton est-elle encore vraie hors du système solaire, ou les mouvements des étoiles doubles peuvent-ils comporter une autre explication ?

Cette enquête, d'ailleurs, a toujours abouti au même résultat : nous n'avons jusqu'ici aucune raison d'abandonner la loi de Newton.

Traité de mécanique céleste. — Quand, au commencement de ce siècle, Laplace écrivait son traité de Mécanique Céleste, il réunissait dans un tableau d'ensemble les travaux de ses devanciers et les siens. En lisant son livre, on avait sous les yeux un résumé fidèle et complet de l'état de l'Astronomie mathématique.

Les progrès de la science ont été d'abord assez lents et le monument élevé par Laplace n'a longtemps reçu que de légères additions qui n'en rompaient pas l'ordonnance.

Il y a quinze ans, il n'en était déjà plus de même, et la Mécanique Céleste attendait, pour ainsi dire, un nouveau Laplace qui sût, non certes faire oublier le premier, ni dispenser de le lire, mais le compléter et continuer son œuvre.

Tisserand m'en voudrait certainement si je disais qu'il a égalé son modèle ; mais sa modestie aurait peut-être tort. Si Laplace a des qualités propres qui ne seront jamais surpassées, par exemple je ne sais quelle ampleur de pensée et de style, Tisserand ne le rappelle-t-il pas par la concision et l'élégance ? ne l'emporte-t-il pas même sur lui par la clarté de son exposition, que le lecteur suit sans fatigue ?

Les quatre volumes de la Mécanique Céleste de Tisserand ont paru de 1889 à 1896.

Dans le tome premier, nous retrouvons le calcul des perturbations planétaires par les procédés anciens ; c'est l'Analyse de Laplace avec tous les perfectionnements qu'y ont introduits Lagrange, Poisson, Cauchy, Le Verrier et qui en ont accru la puissance sans en altérer les caractères essentiels.

Le tome II a pour objet la figure des corps célestes et la rotation des planètes.

Le tome III est entièrement consacré à la Lune. C'est peut-être celui qu'on lira avec le plus de fruit et d'intérêt. C'est dans cet historique si complet qu'on verra comment les nouvelles méthodes

sont devenues nécessaires et se sont développées.

Dans le tome IV, le mouvement des satellites est étudié en détail et toutes les questions relatives aux méthodes de Hansen et de Gyldén sont passées en revue.

Telle est cette œuvre colossale. En lisant cet exposé de l'état actuel de la science, on voit la place considérable qu'y tiennent les travaux personnels de Tisserand.

Cet ouvrage, Messieurs, vous en avez eu la primeur: les leçons que vous avez entendues ici vous en ont fait connaître, avant l'impression, les parties les plus intéressantes.

V

Mais ce n'est pas seulement par ses travaux et par ses cours que Tisserand se rendait utile à la Science et à l'Enseignement. Il les servait encore indirectement de mille manières.

C'est lui qui a fondé le *Bulletin Astronomique*. Grâce à son habile direction, ce recueil avait acquis une grande autorité dans le monde scientifique, et les jeunes savants qu'il savait accueillir et attirer, étaient fiers d'y voir imprimer leur nom.

Cette œuvre, aussi, lui survivra et conservera le caractère élevé qu'il avait su lui donner.

Les exercices d'Analyse, qu'il a publiés il y a plus de vingt ans et qui viennent d'être réédités, ont été lus et relus par bien des générations d'étudiants. Dans aucun ouvrage de ce genre, on n'a aussi bien compris les besoins des débutants; jamais on n'a mieux su assouplir leur esprit par une gymnastique judicieusement progressive.

Dans les dernières années de sa vie, Tisserand a encore collaboré à un livre pédagogique, modeste, mais utile comme celui dont nous venons de parler; dans ce traité de *Cosmographie à l'usage des classes de Mathématiques élementaires*, il a mis, au service des élèves de nos lycées, l'agrément de son style et la limpidité de son exposition.

On y remarquera le chapitre consacré à l'histoire de l'Astronomie, et on y retrouvera avec plaisir les Notices qu'il avait publiées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

Ce n'était pas chose facile que de présenter sous une forme accessible au grand public, et en les dépouillant de tout appareil mathématique, les théories des plus abstraites de la Mécanique Céleste. C'est pourtant ce que font ces Notices où sont traitées d'une main légère les questions les plus délicates et les plus actuelles : la découverte de Neptune, la détermination des masses, l'accélération séculaire de la Lune, les Planètes intra-mercurielles.

J'ajouterai encore un mot :

C'est aussi par son influence sur ses élèves que Tisserand a rendu d'incalculables services. Beaucoup d'entre vous qui ont soutenu leur thèse, ou qui la préparent, savent ce qu'ils doivent à ses conseils; ils se rappellent qu'ils ont été encouragés par son accueil bienveillant, soutenus par son constant appui.

Ce serait trop peu faire pour la Science que de s'absorber dans ses travaux personnels, sans regarder autour de soi. Il faut préparer des recrues pour l'armée du travail en vue des combats de l'avenir. Sans cette prévoyance, qui de nous pourrait se flatter d'achever son œuvre? La mort ne va-t-elle pas bientôt l'interrompre, et si nous l'oubliions, le coup si inattendu qui vient de nous frapper tous en enlevant Tisserand, ne serait-il pas un cruel avertissement?

Lui, du moins, n'a pas été pris au dépourvu: le grain qu'il a semé germera et nous promet une riche moisson.

Henri Poincaré,
Membre de l'Académie des Sciences,
et du Bureau des Longitudes,
Professeur de Mécanique Céleste
à la Faculté des Sciences de Paris.

UNE NOUVELLE MÉTHODE THÉRAPEUTIQUE : L'OPOTHÉRAPIE

L'idée de traiter les maladies par l'ingestion de certains organes ou tissus animaux est déjà ancienne. Il s'agissait là d'une thérapeutique instinctive, sans autre base scientifique que des observations très confuses, transmises par la tradition. C'est ainsi que les toreros mangeaient les testicules des taureaux sacrifiés « pour se donner des muscles et du sang froid »; que les chasseurs, pour augmenter leur résistance à la fatigue, recherchaient les organes mâles du sanglier; que les personnes affectées de toux opiniâtre étaient traitées par le sirop de *mou* (poumon) de veau; que les anémiques se régénéraient en buvant, aux abattoirs, le sang encore chaud des animaux... On pourrait multiplier ces exemples et montrer combien l'âme populaire avait foi en des remèdes dont quelques faits heureux lui avaient révélé la puissance. Mais ces croyances étaient demeurées sans écho dans les milieux scientifiques.

Aussi, lorsque Brown-Séquard communiqua, le 1er juin 1889, à la Société de Biologie, les résultats de ses premières injections de suc orchitique chez les débilités, ne pensait-on guère qu'il jetait ainsi les bases d'une thérapeutique nouvelle, capable d'étendre indéfiniment le champ de ses applications. La découverte de l'illustre physiologiste n'était pourtant pas le fruit d'un empirisme grossier : elle avait été déduite de l'examen des troubles consécutifs à la castration. Et, tout de suite, dès les premiers succès de ses expériences avec le liquide testiculaire, Brown-Séquard entrevoyait la généralisation de sa méthode, et pressentait, de la façon la plus précise, le rôle que tiendraient, dans la thérapeutique de demain, les extraits des glandes ou des tissus normaux de l'organisme. Ils seraient systématiquement employés dans le but de prévenir ou de combattre les effets morbides entraînés dans l'économie par la suppression naturelle ou accidentelle des fonctions de quelques-uns des organes qui la constituent.

Notre intention n'est pas de faire l'historique de la question : nous nous proposons simplement d'en indiquer, à grands traits, les origines, l'évolution, l'état actuel. Disons seulement que c'est à M. le Professeur Landouzy que nous sommes redevables du terme *Opothérapie* (de ὀπὸς, suc, jus, humeur de tissu, tissu, et θεραπεία, cure). Nous l'adoptons comme plus général et moins amphibologique que le mot *Organothérapie*, qui semble plus en faveur de l'autre côté du Rhin, et parce que l'usage lui a déjà donné une certaine consécration. Le terme *Zoopothérapie* serait cependant préférable, car il est seul adéquat à la définition : Thérapeutique par les sucs animaux.

I. — Bases de la méthode opothérapique.

Trois groupes de faits cliniques et expérimentaux forment la base de la méthode. Elle repose : 1° sur l'observation des troubles qui surviennent chez l'homme à la suite de l'ablation d'une glande ou de tout autre organe important ; 2° sur les relations trophiques qui semblent unir entre eux, chez un même individu, certains organes de type dissemblable ; 3° sur les expériences de laboratoire qui ont démontré l'existence d'une sécrétion interne, modificatrice du sang ; notion nouvelle, qui a permis, dans le domaine de la physiologie normale et pathologique, l'interprétation de phénomènes que la clinique ne permettait pas d'expliquer. Examinons séparément chacun de ces points.

1° On connaît depuis longtemps les troubles consécutifs à la castration chez l'homme : la caducité, la vieillesse précoce, l'affaiblissement de l'activité intellectuelle, la diminution de résistance aux agents morbides, en sont les principaux caractères. Chez la femme, l'ovariotomie a pour conséquences ordinaires une déchéance physique et psychique qui peut affecter depuis les formes les plus bénignes jusqu'aux formes les plus graves de l'épuisement nerveux. De leur côté, les opérés de goître (thyroïdectomisés) sont fréquemment frappés d'une altération particulière de la peau et des muqueuses (épaississement), accompagnée de dyspnée et même de convulsions tétaniques et coïncidant avec un état de dépression psychique et intellectuelle, — ensemble morbide en tous points comparable à celui que présentent quelques goitreux et les athyroïdiens. L'extirpation de la rate ou sa destruction anatomopathologique se traduit par une diminution passagère du nombre et peut-être du volume des globules rouges ; les lésions destructives du corps pituitaire paraissent avoir, dans quelques cas, pour conséquence une « hypertrophie singulière des extrémités supérieures, inférieures et céphalique » ; celles du pancréas, le diabète ; celles du foie, des altérations chimiques diverses, avec ou sans glycosurie ; celles des capsules surrénales, la mélanodermie et l'asthénie musculaire... On pourrait ainsi passer en revue la plus grande partie de la pathologie et montrer combien de maladies tirent leur origine de la suppression d'une fonction glandulaire.

2° Un autre groupe de faits est non moins intéressant. Il s'agit des relations ou mieux de la parenté physiologique de quelques organes de l'économie. Les rapports du corps thyroïde et de l'appareil génital, connus des anciens, sont affirmés par l'observation clinique : c'est l'hypertrophie thyroïdienne menstruelle, pouvant devenir définitive et persister sous la forme d'un goitre ; c'est l'atrophie thyroïdienne après la ménopause, l'atrophie génitale après la thyroïdectomie ; c'est encore la thyroïdite, complication fréquente de la septicémie puerpérale, ou la disparition d'un goitre ayant résisté à tous les traitements antérieurs, à la suite d'une hystérectomie pour fibrome de l'utérus ou d'une oophorosalpingectomie pour suppuration pelvienne. Des liens aussi étroits unissent les glandes mammaires et l'utérus, la parotide et l'ovaire, à l'état normal et pathologique. Enfin il y a les actions vicariantes dont le type est l'hypertrophie de la glande pituitaire dans l'insuffisance thyroïdienne... Un certain nombre d'états morbides peuvent donc dépendre du rapport de l'intégrité des relations fonctionnelles des organes entre eux.

3° Les recherches de laboratoire ont permis l'interprétation de quelques-uns de ces faits.

Mering et Minkowsky établissent, en 1889, que, si l'ablation du pancréas a pour conséquence de provoquer le diabète chez le chien, il suffit, pour en

empêcher le développement, de laisser un petit fragment de la glande avec ses connexions vasculaires. Hédon, en 1890, supprime seulement l'excrétion, en liant le canal de Wirsung ou en le remplissant de paraffine : les animaux ne deviennent pas glycosuriques. Antérieurement, M. Gley n'avait pu réussir à rendre tous ses chiens diabétiques par des injections intra-glandulaires de suif : car ici encore, malgré le soin apporté à la technique, quelques parties *macroscopiquement inappréciables* persistaient et assuraient la fonction.

Un peu plus tard, en 1891, M. Gley démontre que la thyroïdectomie est toujours suivie, chez les animaux, d'accidents mortels, lorsqu'elle est *totale*. Ceux qui survivent le doivent à un certain nombre de glandes accessoires, dites glandules thyroïdiennes, dont l'hypertrophie rétablit plus ou moins complètement et pour un certain temps les fonctions de l'organe absent. Si on les enlève en même temps que le corps thyroïde, la mort est inévitable. Mais elle peut être retardée par l'injection intra-veineuse d'un liquide dilué extrait du corps thyroïde, même dans le cas où se sont développés depuis 24 heures des phénomènes graves de polypnée, marche titubante, contractions tétaniques : le retour à l'état normal a lieu rapidement et persiste généralement jusqu'au lendemain, où l'on peut pratiquer, avec le même succès, une nouvelle injection.

A leur tour, P. Langlois et Abelous sont arrivés, pour les capsules surrénales, à des résultats analogues. Sans doute, les injections d'extraits surrénaux ne leur ont pas donné des survies bien appréciables à cause de la rapidité de la mort chez les animaux acapsulés, mais ils ont reconnu l'existence de capsules accessoires jouant le même rôle que les glandules thyroïdiennes. P. Langlois a montré, en outre, que la survie était possible chez le chien avec 1/11e de capsule.

Ainsi donc il suffit d'une très minime partie de glande pour assurer la fonction, que cette partie ait été laissée par une extirpation incomplète, ou qu'elle ait été artificiellement introduite dans l'organisme. De ces faits on doit conclure : 1° que les tissus glandulaires ont, en dehors de leur rôle d'appareils d'élimination ou d'excrétion, une fonction indispensable à l'économie ; 2° que cette fonction peut être, au moins transitoirement, assurée soit par une portion de ces organes, soit par des organes accessoires ou de réserve et de même type, soit par d'autres organes en parenté physiologique ; 3° que cette fonction consiste essentiellement en une modification du sang, à son passage à travers la glande, par les produits qui y sont élaborés ; 4° que, lorsque la glande vient à manquer, cette action peut être obtenue par l'injection de l'extrait d'un organe de même type prélevé sur un animal sain. Nous verrons que cette propriété modificatrice a été, par la suite, reconnue aux tissus non glandulaires et que la plupart des considérations qui précèdent leur sont applicables.

En résumé, les glandes ou les tissus de l'organisme sont le siège d'une sécrétion intra-cellulaire très active, qui, se mêlant au sang, y produit des modifications très diverses. C'est tantôt la neutralisation d'un produit toxique, comme cela a lieu dans la glande thyroïde ou les capsules surrénales ; tantôt l'élaboration d'un principe, ferment soluble, dérivé chimique, capable d'avoir une influence sur les autres éléments anatomiques de l'organisme, comme on l'observe dans le testicule, l'ovaire, le rein ; tantôt enfin l'action directe globulaire, ici destructive des globules rouges, là des leucocytes, ailleurs créatrice des hématies, comme on peut la surprendre dans la rate, la moelle osseuse, les parois des capillaires.

Cette fonction générale — élaboration de produits spéciaux destinés à être déversés directement dans la circulation — commune à toutes les glandes, munies ou non de conduits excréteurs, et à tous les tissus de l'organisme, a reçu le nom de *sécrétion interne*. L'opothérapie a précisément pour but de fournir aux malades le déficient de cette sécrétion interne de l'organe absent ou détruit, à l'aide d'un organe identique, ou en parenté physiologique, emprunté à la série animale.

II. — Préparation des substances employées en opothérapie.

Les premières tentatives de cet ordre ont été faites par Brown-Séquard avec le suc orchitique. Il pratiqua sur lui-même une série d'injections sous-cutanées d'un liquide obtenu en faisant macérer 24 heures des testicules de cobaye dans de la glycérine additionnée d'une proportion convenable d'eau bouillie salée. Les résultats furent remarquables, surtout au point de vue du relèvement intellectuel, de la résistance à la fatigue et du rétablissement des fonctions de l'intestin.

D'autre part, encouragé par les recherches de Schiff, qui avait vu, chez le chien, la transplantation, dans le péritoine, de sa propre glande thyroïde extirpée, retarder la mort de l'animal, et celles de Horsley arrivé aux mêmes conclusions expérimentales, M. Lannelongue tenta, en 1890, chez l'homme, la greffe thyroïdienne. Le résultat, obtenu chez une fillette de 8 ans myxœdémateuse, fut une amélioration évidente, mais passagère, des symptômes. Cet essai fut répété, notamment par Kocher, Bettencourt et Serrano, et n'aboutit qu'à des succès temporaires. On ne tarda pas à reconnaître qu'ils étaient dus non à la greffe elle-même,

qui se résorbait ou cessait de sécréter, mais au suc thyroïdien contenu dans l'organe greffé. Il était plus simple de s'adresser à l'injection sous-cutanée, comme l'avait fait Brown-Séquard pour le liquide orchitique et comme on y était invité par le résultat des expériences de Gley. — La médication thyroïdienne était créée et devait prendre le développement que l'on sait.

Cependant le procédé de Brown-Séquard était passible de certaines critiques. Le suc extrait de l'organe et filtré par l'acide carbonique sous pression d'après la technique de son collaborateur, M. d'Arsonval, était loin de représenter les éléments de la totalité de la glande. Gley démontra expérimentalement qu'un liquide filtré sur papier, sur coton de verre ou sur porcelaine, à faible pression, avait une activité bien supérieure à celui que préparait M. d'Arsonval. Malheureusement cet extrait total est difficilement injectable : la conservation en est peu aisée, la préparation doit en être faite, pour ainsi dire, au fur et à mesure des besoins, et avec des précautions d'asepsie peu réalisables en pratique courante. On se trouvait donc en présence d'obstacles tenant intrinsèquement à l'injection, en d'autres termes, aux exigences de la voie d'introduction de ces liquides dans l'organisme.

Aussi, en démontrant que le suc gastrique n'altère pas les propriétés des organes ingérés, Howitz, puis Fox et Mackensie, donnèrent en 1892 un essor inattendu aux applications de la méthode. L'opothérapie gastrique était la solution pratique cherchée, et dès lors, non seulement le corps thyroïde, mais, comme nous le verrons, un grand nombre de glandes et de tissus normaux furent essayés en clinique.

Le médecin a donc à sa disposition le suc ou l'extrait total. Le suc, nous l'avons vu, est un produit incomplet : il y manque peut-être la partie la plus active au point de vue thérapeutique. Il ne faudrait pas croire cependant que ce soit un liquide inerte : son énergie est comparable à celle des produits de sécrétion des glandes munies d'un conduit excréteur. Et l'on sait que le sperme, par exemple, contient, au moins en partie, les principes spéciaux de la sécrétion interne du testicule. Néanmoins, hors le cas d'intolérance gastrique absolue, il vaut mieux, jusqu'à plus ample informé, employer l'extrait total préparé selon le procédé de M. Gley, ou la glande elle-même en ingestion, comme l'ont recommandé la plupart des auteurs depuis Howitz.

Ce n'est pas à dire que ce produit complet ait des droits de cité définitifs en thérapeutique. C'est, en effet, un mélange d'éléments dont l'action sur l'économie peut être dissemblable, suivant la prédominance des uns ou des autres. Ainsi, pour ne parler que de la glande thyroïde, il est possible qu'elle contienne plusieurs substances actives. Il est évident que bon nombre des accidents de la médication thyroïdienne ou tout au moins quelques-uns des résultats contradictoires auxquels elle a abouti, tiennent, en partie, à la proportion variable de ces principes dans les glandes employées.

Lorsque les progrès de l'étude chimique auront permis d'isoler chacune des substances actives contenues dans ces produits complexes qu'utilise l'opothérapie, et que l'on en aura établi la pharmacodynamie, il va sans dire qu'elles seront employées à l'exclusion de ces derniers. Nous assisterons à une évolution comparable à celle qui s'est poursuivie dans la matière médicale qui, de l'étude des propriétés des plantes, feuilles, fleurs ou racines, est passée à celle, plus précise, de leurs alcaloïdes. Mais jusqu'ici, sauf peut-être la thyroïodine de Baumann, aucune des substances actives découvertes, ne paraît avoir de valeur thérapeutique définie.

Ainsi Poehl croyait tenir dans la *spermine* le principe dynamogénique des sucs organiques. Or un travail récent de Babès montre que la spermine provient du dédoublement de la nucléine en présence de l'alcalescence normale du sang, et sert d'agent d'oxydation pour les produits intermédiaires qu'elle amène à l'état d'urée et qui, sans cela, seraient la source d'auto-intoxications. Si l'alcalinité du sang diminue, il se forme du phosphate de spermine inactif : les indications de la spermine seraient donc précisées et limitées à ces cas. Malgré cela, les résultats chez les anémiques, les diabétiques et même chez les goutteux sont à ce point incertains qu'ils ont pu être niés par Senator, Ewald, Goldscheider, ou rejetés sur le compte de la suggestion.

Il en est de même des nucléines et protonucléines. Fort en faveur en Angleterre et surtout aux États-Unis, elles ont été employées dans les maladies les plus diverses et ont donné presque autant d'échecs que de succès. Ce sont des substances extraites des noyaux cellulaires des glandes — c'est au moins le procédé de préparation le plus répandu en Amérique, — qui, introduites dans l'organisme, ont pour effet d'augmenter temporairement, dans une forte proportion, les corpuscules blancs du sang ; elles favorisent par conséquent la phagocytose et sont révélatrices des inflammations latentes.

Quel rôle jouent la nucléine ou son produit de développement, la spermine, dans les médicaments opothérapiques? C'est ce qu'il est difficile de déterminer. L'embarras croît lorsqu'on se rappelle que le dédoublement de la nucléine donne nais-

sance, en même temps qu'à la spermine, à des dérivés *xanthiques* (Babès) que la glande thyroïde aurait, peut-être, précisément pour fonction de détruire (Lindermann).

La thyroïodine paraît, au contraire, résumer la majeure partie des propriétés thérapeutiques de l'extrait total thyroïdien, dont elle exprimerait, dès lors, le principe actif. Mais agit-elle seulement, comme le veut Kocher et semble le démontrer Notkine, en tant que substance iodée assimilable, par suite efficace, contre l'absence de cet même iode signalée chez les goitreux, et leur donnant, par conséquent, le maximum des résultats que l'empirisme avait reconnu au traitement ioduré? Possède-t-elle, en outre, comme le pense Baumann, le pouvoir antitoxique de la sécrétion interne thyroïdienne? C'est ce que l'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas de décider. Il semble bien au moins que la thyroïodine est impuissante à retarder la mort chez les animaux thyroïdectomisés. Et, d'autre part, nous savons que la présence d'une combinaison iodée moléculaire n'est pas exclusive à la glande thyroïde, et qu'on l'a signalée dans l'hypophyse (J. Schnitzler et K. Ewald) et dans les nucléines (Mescher).

Ces exemples suffisent à montrer qu'en opothérapie nous en sommes, si on nous permet cette expression, à la *tisane* et point encore à l'*alcaloïde*. C'est dire que la greffe, l'injection sous-cutanée, doivent céder provisoirement le pas à l'ingestion en attendant que demain la découverte des principes actifs nous permette de revenir à la méthode hypodermique.

Nous serons brefs sur le mode de préparation des médicaments opothérapiques. Rappelons que les liquides destinés à l'injection sous-cutanée sont obtenus par la macération pendant 24 heures, dans un poids égal de glycérine, des glandes ou tissus, préalablement débarrassés de tout élément étranger (aponévroses, graisse, concrétions, kystes, etc.) et découpés en menus fragments. On filtre sur porcelaine par l'acide carbonique sous pression, avec l'appareil imaginé par M. d'Arsonval; ou, après avoir filtré simplement sur papier, on stérilise à l'autoclave du même auteur, dans lequel on peut atteindre une pression d'acide carbonique de 95 atmosphères à 45°, température maxima que l'on ne peut dépasser sans altérer les matières albuminoïdes. Les sucs organiques sont alors mis en ampoules stérilisées et scellées à la lampe, chaque ampoule contenant la quantité nécessaire à une seule injection.

Pour la voie gastrique on s'adresse de préférence aux organes frais. La cuisson n'altérant pas leurs propriétés thérapeutiques permet de les administrer aux malades assez aisément. On peut encore les donner en cachets ou en capsules gélatineuses. Le seul inconvénient est la difficulté de la conservation de pareils produits. Aussi a-t-on imaginé de faire dessécher les organes dans le vide à la température de 37° : en 24 heures, 36 heures au plus, ils sont transformés en une masse brune qui peut être facilement pulvérisée et mise en cachets.

C'est à ces produits que l'on a donné le nom de thyroïd*ine*, ovar*ine*, etc. Avec une proportion convenable de sucre et de miel on en fait des pastilles, tablettes, tabloïdes, dont l'usage est courant en Angleterre et en Amérique. Ces préparations pharmaceutiques ont le grave tort de s'altérer aussi rapidement que les organes frais, sans que cette altération se traduise par des signes visibles à l'œil nu. Il en résulte une série d'accidents qui sont imputables non à la médication, mais au remède lui-même. On trouve, en effet, dans nombre de ces tablettes, toute une flore bactérienne, comprenant même le vibrion septique, et aussi des produits de décomposition putride, ptomaïnes, etc. Aussi n'est-on pas étonné de l'expérience de M. O. Lanz, qui, sur lui-même et sur quelques-uns de ses amis, a observé des signes de pseudo-thyroïdisme avec soixante centigrammes de tablettes, tandis que l'ingestion de 20 et 30 grammes de glande fraîche crue n'était suivie d'aucun trouble, même passager.

Il faut donc s'en tenir aux préparations d'organes frais, si l'on veut avoir des résultats comparables.

Mais l'utilisation même de ces préparations n'est pas sans danger. Ce sont, en effet, des produits très actifs, voire même toxiques, dont l'emploi prolongé ou inopportun peut amener des accidents. Il faut tenir compte de la possibilité de la présence simultanée dans le médicament opothérapique du principe utile et de la substance *nuisible*, qu'il a précisément pour effet de neutraliser. De là, la nécessité d'une grande prudence dans les doses et d'une exacte surveillance des malades.

III. — Applications cliniques.

Pour les applications cliniques de l'opothérapie, trois voies étaient ouvertes : voie hypodermique, voie gastrique, voie rectale. Nous avons vu pour quelles raisons la voie gastrique devait être préférée, la voie hypodermique demeurant à la fois, pour le présent la voie d'exception, pour l'avenir la voie d'élection. Quant à la voie rectale, elle ne doit pas être utilisée; car, en plus des inconvénients qui lui sont propres, elle présente celui de faire subir aux substances organiques une dénaturation capable d'en modifier les propriétés : le fait a été bien démontré par Gibier pour les sérums vaccinateurs.

La plupart des résultats que nous relatons ont du reste été obtenus par l'ingestion du médicament opothérapique ; chemin faisant, nous signalerons les exceptions à cette règle.

Nous allons maintenant étudier chacun des organes (glandes ou tissus) employés en opothérapie.

Nous éliminons de notre étude les produits de sécrétion proprement dite (suc gastrique, sperme, lait, urine, bile, salive) dont les applications thérapeutiques peuvent être retranchées du cadre de notre sujet.

En passant, remarquons que, pour plusieurs de ces sécrétions, à côté de la sécrétion réelle de la glande, il y a des poisons éliminés, d'intensité variable, et qui ne peuvent guère trouver emploi en thérapeutique.

Nous retranchons également l'étude thérapeutique du sang, qui nous conduit au sérum et à la sérothérapie ; faisons cependant, au sujet du sang, une réserve : n'est-ce point dans le sang efférent des glandes, que se trouve le principe actif de la sécrétion interne de ces glandes, c'est-à-dire, l'agent thérapeutique actif de l'opothérapie ?

§ 1. — Corps thyroïde, thymus, glande pituitaire.

Dans le premier groupe, nous rangeons le corps thyroïde, le thymus, la glande pituitaire.

Ces trois glandes ont, au point de vue physiologique, des relations connues : de plus, en pathologie leur rôle vicariant a été maintes fois constaté. C'est ainsi qu'on a observé l'hypertrophie compensatrice du thymus dans le goitre exophtalmique, dans le myxœdème, — l'hypertrophie de la pituitaire dans le cancer du corps thyroïde, — l'hypertrophie du corps thyroïde et du thymus dans le sarcome de la glande pituitaire (Mossé et Daumic, Dallemagne); enfin, le résultat de l'ingestion du thymus dans le cas de goitre, de corps thyroïde dans le cas d'acromégalie, justifie ce groupement.

Nous rappellerons aussi l'existence de l'iode dans la thyroïde et dans la pituitaire.

1. *Thyroïde.* — Pour faciliter l'intelligence de l'opothérapie thyroïdienne, il nous paraît tout d'abord utile de schématiser en quelques mots la physiologie normale et pathologique du corps thyroïde, telles que les peut faire comprendre l'état actuel de nos connaissances.

Normalement la glande thyroïde sécrète un composé dans lequel l'iode est en combinaison intime. Cette sécrétion, continuellement versée dans la circulation, est destinée à jouer un rôle antitoxique vis-à-vis de certaines substances, résultat du métabolisme des tissus ou déchet des échanges intra-organiques, qui constituent un véritable poison pour l'économie. Désignons, pour la commodité de cet exposé, la sécrétion thyroïdienne sous le terme général d'*antitoxine*, comprenant à la fois l'*antitoxine* de Frænkel, substance insuffisamment déterminée, le ferment, enzyme ou *thyréoïdine* de Notkine et la *thyroïodine* de Baumann — et, sous le nom de *thyroprotéide* (Notkine), l'ensemble des toxines à neutraliser.

Au point de vue pathologique, la glande pourra donc présenter deux états très distincts : ou bien la sécrétion de l'antitoxine est diminuée, supprimée ou insuffisante — athyroïdisme — ou bien elle est augmentée — hyperthyroïdisme [1]. Dans l'athyroïdisme, la thyroprotéide est en excès, le métabolisme est réduit ; dans l'hyperthyroïdisme, la thyroprotéide est neutralisée, mais l'antitoxine demeure en excès, et il y a accélération du métabolisme.

Si maintenant l'on passe en revue les différents états morbides liés aux altérations *matérielles* ou *fonctionnelles* du corps thyroïde, on voit qu'on peut les ramener, quelle que soit leur dissemblance apparente, soit à l'athyroïdisme, soit à l'hyperthyroïdisme. La suppression totale de la glande par absence congénitale, par atrophie, par dégénérescence, par l'ablation chirurgicale, entraîne une série de modifications de l'organisme en rapport avec l'athyroïdisme, et caractérisées par un trouble trophique généralisé des téguments avec infiltration de mucine et par la déchéance intellectuelle. Cet état morbide a reçu le nom de myxœdème, et, selon la cause de la suppression de la glande, on a le myxœdème congénital (absence congénitale de thyroïde), le myxœdème des adultes ou cachexie pachydermique (atrophie simple de la glande), le myxœdème opératoire (après thyroïdectomie).

D'autre part, la lésion matérielle, le trouble fonctionnel de la glande (tumeurs diverses, goîtres), se traduisent soit par une diminution, soit par une augmentation, soit, plus exactement, par une perversion de la fonction thyroïdienne. Le goitre sporadique, le goitre endémique « degré initial d'une dégénérescence dont le crétinisme complet est le dernier échelon », le crétinisme se compliquant parfois d'idiotie, de myxœdème, sont en rapport avec une diminution de la sécrétion de l'antitoxine : la maladie de Basedow ou goître exophtalmique serait, au contraire, d'après quelques-uns, liée à l'exaltation de la fonction thyroïdienne (hyperthyroïdisation).

Ainsi on peut se faire une idée générale de la valeur du traitement thyroïdien qui sera ordinairement *efficace* dans l'athyroïdisme, *inefficace* ou *dangereux* dans l'hyperthyroïdisme. L'examen des faits confirme la théorie.

Dans le myxœdème, quelle qu'en soit la cause, la médication thyroïdienne donne une amélioration

[1] Cette notion de l'hyperthyroïdisme est contestée : elle n'a pas encore été démontrée physiologiquement.

presque constante : le rétablissement des fonctions de la peau, la disparition du gonflement diffus des téguments, la perte de poids, le développement du sujet [1], le relèvement de l'intelligence sont de règle. Cette amélioration porte surtout sur les lésions du tissu conjonctif ramené à l'état fœtal, muqueux, par l'athyroïdisme, qui, comme on le sait, ralentit le métabolisme des tissus : sous l'influence du traitement, le tissu conjonctif reprend et termine son évolution normale.

Le myxœdème post-opératoire, mieux encore que tout autre, est ainsi amélioré, guéri ou même prévenu. La tétanie ou contracture des extrémités, qui survient fréquemment après l'ablation du corps thyroïde est, elle aussi, le plus souvent guérie par le traitement opothérapique [2].

Mêmes succès dans le myxœdème non opératoire, qu'il soit congénital ou consécutif à une affection destructive du corps thyroïde. Il faut considérer cependant que les idiots myxœdémateux sont très sensibles au traitement et présentent facilement du *thyroïdisme*. Ce thyroïdisme, qui n'est probablement que du *thyroprotéidisme*, — fait en apparence paradoxal — est une intoxication caractérisée par des troubles cardiaques, de l'excitation cérébrale et la présence anormale dans l'urine d'albumine et fréquemment de glycose. Ces symptômes qui cèdent ordinairement avec assez de rapidité dès que le traitement est suspendu, peuvent, dans quelques cas, persister et même entraîner la mort.

Dans le *crétinisme sporadique* qui coïncide fréquemment avec un certain degré de myxœdème, le traitement thyroïdien amène au point de vue physique et psychique, une amélioration sensible, et d'autant plus rapide que le sujet est plus jeune. Dans quelques cas, néanmoins, le résultat a été nul.

Le *goître simple sporadique* est-il justiciable de la médication thyroïdienne? S'il s'agit d'un goitre kystique pur, non seulement on n'obtient aucune diminution de volume de la glande, mais on détermine dans quelques cas de l'hyperthyroïdisme. Dans la forme parenchymateuse, hyperplastique diffuse simple, l'extrait thyroïdien, comme la thyroïodine, entraîne une régression remarquable de l'organe hypertrophié dans 90 °/₀ des cas (Richard Cabot). Les meilleurs résultats s'observent chez les enfants, alors que les lésions dégénératives ne sont pas trop avancées. Enfin il est des cas assez nombreux (10 °/₀) où la tumeur rétrocède totalement. Tout le bénéfice du traitement est obtenu au bout de 4 à 6 semaines, mais exige, pour demeurer acquis, une nouvelle cure, 4 à 10 mois après la première. D'après Stabel, le goitre récidiverait d'autant plus vite qu'il a plus rapidement disparu.

Chez les sujets atteints d'*aliénation* ou d'autres psychoses associées au goitre parenchymateux, le traitement agit sur la tumeur thyroïdienne, mais reste sans effet sur l'état mental.

Dans le *goitre exophtalmique*, dont le tableau clinique rappelle en de nombreux points celui de l'hyperthyroïdisation, il était à prévoir que le traitement thyroïdien aurait pour résultat d'aggraver les symptômes, fait confirmé par l'observation clinique. Cependant, dans quelques cas exceptionnels, on aurait noté une amélioration sans qu'on puisse donner de ces faits une interprétation satisfaisante.

Le myxœdème présente des formes cliniques très complexes : le goitre, l'obésité, les dermatoses diverses, l'anémie, les arrêts de développement, la tétanie lui sont, à des degrés divers, associés. Or, la plupart de ces états pathologiques sont, en même temps que le myxœdème, favorablement influencés par la médication thyroïdienne. De là est née l'idée de leur appliquer ce même traitement, alors même qu'ils sont indépendants du myxœdème. Par extension, d'autres troubles de la nutrition, rachitisme, diabète, goutte ; puis encore la syphilis, la tuberculose, le cancer, la lèpre, etc., ont été l'objet de tentatives thérapeutiques de même ordre : en sorte qu'aujourd'hui, il n'est guère de maladies où le corps thyroïde n'ait été prescrit. Nous devons une mention particulière à quelques-uns de ces essais.

Obésité. — Nous avons vu que le traitement thyroïdien déterminait chez les mxyœdémateux une perte de poids parfois considérable. Par analogie, il a été appliqué aux *obèses*, et les résultats ont été des plus satisfaisants. Sans rien modifier à leur régime alimentaire ou hygiénique, certains obèses ont perdu jusqu'à 3, 4 et 5 kilos en une semaine.

L'extrait thyroïdien serait-il donc le « spécifique » de cette dystrophie (Guttmann)? Et ce spécifique est-il sans danger? Théoriquement un médicament capable de faire perdre à des malades 57 livres en 3 mois (Ratjen), 66 livres en 2 mois (Rendu), etc., est trop actif pour être employé, dans tous les cas, sans accidents. En fait, si les éléments les plus importants de la perte de poids sont l'augmentation de l'excrétion aqueuse et la fonte du tissu graisseux, il s'y ajoute de la phosphaturie, une élimination anormale d'azote, c'est-à-dire d'albumine, ce qui équivaut à une destruction de chair musculaire. D'où l'influence défavorable, sur le muscle cardiaque, du traitement thyroïdien, qui est, par conséquent, contre-indiqué

[1] Ce qui a conduit à traiter de même façon les sujets atteints d'arrêt ou de ralentissement dans la croissance.

[2] Par contre, dans la tétanie idiopathique le traitement thyroïdien échoue le plus souvent.

dans tous les cas où le myocarde est dégénéré, comme cela est fréquent chez les obèses. Pour la même raison, les personnes âgées ou affaiblies, les glycosuriques, les albuminuriques ne seront pas exposées à cette médication.

Mais, en dehors de ces contre-indications, tous les obèses ne sont pas au même degré justiciables de la thyroïdine. Les obèses jeunes, vigoureux, pléthoriques, à faciès coloré, gros mangeurs, ne sont que peu ou point améliorés. Seuls, les obèses au teint pâle, à chair molle, œdématiée, bouffie, retirent tous les bénéfices du traitement. Cette obésité « torpide », qui n'est pas sans présenter quelque analogie avec le myxœdème, se rencontre particulièrement chez la femme, par opposition à l'obésité « fleurie », plus fréquente chez l'homme.

Acromégalie. — Les insuccès sont ici au moins aussi nombreux que les succès.

Psychoses. — Bruce a essayé l'extrait thyroïdien dans l'*aliénation*, et en a retiré d'excellents résultats, chez les femmes, dans les cas de manie, de mélancolie, sans signes de démence : 21 améliorations sur 30 malades. Rogers a obtenu le même succès dans deux cas de catalepsie invétérée. Malheureusement, dans des cas semblables, Scribner et Wright n'ont constaté aucune amélioration.

Dermatoses. — On a noté quelques faits non point de guérison, mais d'amélioration réelle dans le *lupus*. Quant à l'action de la médication sur le *psoriasis*, elle est fort incertaine et, pour quelques guérisons, on compte de bien nombreux insuccès. Quelques cas même (1/6) se sont aggravés. Il paraît en être de même pour la plupart des affections cutanées, eczéma, vitiligo, lichen, etc., dont on a rapporté quelques observations avec de bien rares succès.

Tuberculose. — L'antagonisme qui existerait entre la tuberculose et le goitre ont conduit à traiter des *phtisiques* par la thyroïdine. Les résultats encourageants publiés par Morin de Neufchâtel, sont demeurés isolés. R. Cabot, Hertoghe, Krauss, n'ont obtenu aucune amélioration, bien que ce dernier ait vu ses malades engraisser.

Autres maladies. — Bien nombreux encore sont les états morbides dans lesquels la médication thyroïdienne a été essayée avec des résultats divers. Rappelons son action dans les *affections de l'utérus* (Hertoghe, R. Bell). Pour le reste, nous nous bornerons à une simple énumération : *sclérodermie*, *rachitisme* (quelques succès), *rhumatisme chronique*, *goutte*, *diabète*, *chlorose*, *otite scléreuse*, *cicatrices hypertrophiques rebelles*, *cirrhose hépatique*, *syphilis* à tendance cachectique, *néphrite interstitielle* (résultats douteux, le plus souvent désastreux). Enfin chez une femme dont le bassin était rétréci, le traitement fut institué en vue d'amener la diminution de volume du fœtus : un résultat appréciable fut obtenu.

De tous ces faits, nous concluons :

L'opothérapie thyroïdienne a donné de superbes résultats dans le myxœdème, dont elle est aujourd'hui le spécifique le meilleur; dans le goître parenchymateux, c'est une médication à essayer, et souvent le succès couronnera la tentative — surtout s'il s'associe au goître quelque signe de myxœdème; — le goitre exophtalmique ne paraît pas justiciable de ce traitement.

Dans l'obésité torpide, l'extrait thyroïdien fera souvent merveille; dans l'obésité « fleurie » les chances d'échouer sont nombreuses.

Sur les multiples applications que nous avons citées de cette médication il est, pour le moment, impossible de porter un jugement : il semble néanmoins que le nombre est assez restreint des autres affections qui retireront bénéfice du traitement thyroïdien.

2. *Thymus.* — En décembre 1893, David Owen publia l'histoire d'une malade affectée de *goître exophtalmique* depuis 20 ans, très améliorée par le traitement thyroïdien. Or, quelque temps après, on apprit que le boucher s'était trompé et avait donné du thymus au lieu de thyroïde. Plus tard les accidents propres à la maladie de Basedow ayant reparu, on prescrivit du thymus et les symptômes s'amendèrent.

Cette seconde partie de l'observation fut publiée le 15 février 1895 : depuis cette époque, le traitement thymique a été essayé chez de très nombreux malades basedowiens, et assez régulièrement on a noté, non point la guérison, mais l'amélioration de la plupart des symptômes jusque-là rebelles aux autres traitements.

L'hypertrophie du thymus est très fréquente dans la maladie de Graves : il est vraisemblable qu'il y a là un fait de compensation, la sécrétion interne du thymus servant à neutraliser les toxines qui causent la maladie : ce qui expliquerait l'action thérapeutique du thymus.

L'emploi du thymus n'a pas été limité au seul goître exophtalmique : Reinbach vient de traiter ainsi 30 cas de goîtres avec 3 guérisons complètes, 18 améliorations considérables, 10 insuccès. C'est, ici encore, le goître hyperplastique diffus simple qui est le mieux influencé par le traitement, dont les résultats sont semblables à ceux de la médication thyroïdienne, avec cet avantage qu'il ne se produirait pas de phénomènes d'intoxication.

3. *Glande pituitaire.* — Les relations, aujourd'hui nettement établies, entre l'*acromégalie* et l'altération de la glande pituitaire, ont invité à l'utiliser dans le traitement de la maladie de P. Marie. On a noté

la diminution de la céphalalgie, parfois atroce, et des paresthésies des mains.

La fréquence des lésions simultanées de l'hypophyse et du corps thyroïde justifierait l'association thérapeutique des extraits de ces deux glandes.

§ 2. — Capsules surrénales.

Les capsules surrénales se rapprochent, par leurs fonctions antitoxiques, des groupes glandulaires qui précèdent. Abelous et P. Langlois ont montré, en 1892, que les capsules surrénales exercent, par leur sécrétion, une action antitoxique vis-à-vis d'un poison curarisant élaboré surtout dans le travail musculaire. L'extrait capsulaire, introduit dans l'organisme, augmente la tension sanguine par un mécanisme qui nous échappe encore. Car si Oliver et Schäfer insistent sur l'indépendance d'action des centres médullaires, Cybulski défend une action centrale et Gottlieb fait jouer le rôle essentiel aux ganglions intra-cardiaques et peut-être aux cellules ganglionnaires disséminées dans la tunique des vaisseaux. Quoi qu'il en soit, cet extrait, le plus toxique des médicaments qu'utilise l'opothérapie, a, en outre de ses propriétés antitoxiques, une action tonique sur la circulation, dont l'effet est de provoquer une diurèse abondante.

Les essais cliniques entrepris par Abelous, Charrin et Langlois, Chauffard, Dieulafoy, dans le traitement de la maladie d'Addison, ont donné des améliorations encourageantes. La diminution de l'asthénie, de la pigmentation, des vomissements, de l'hypotension artérielle, a été obtenue dans la moitié des cas, sans que la maladie ait paru sensiblement enrayée. Ici encore la question reste à l'étude.

Par extension, on a employé, avec quelques succès, l'extrait capsulaire dans certains cas d'*anémie*, de *neurasthénie* (Huchard), d'*hystérie*, d'*albuminurie cyclique*, dans le *diabète sucré*, la *polyurie nerveuse*, le *goître exophtalmique*.

Enfin, W. H. Bates a utilisé cet extrait avec succès en *thérapeutique oculaire* et estime — Dor confirme cette appréciation — que c'est un astringent local excellent et un hémostatique *idéal*.

§ 3. — Moelle osseuse, rate, ganglions lymphatiques.

Nous groupons la moelle osseuse, la rate, les ganglions lymphatiques, dont l'action est, en quelques points, similaire sur la composition du sang.

1. *Moelle osseuse.* — En 1894, Danforth, Fraser, ont relaté des cas d'*anémie pernicieuse* des plus graves, guéris par l'ingestion de moelle osseuse. Dans le cas de Fraser, le chiffre des globules rouges était tombé à 840.000 ; un mois plus tard, — et Fraser attribue le résultat à l'ingestion de moelle osseuse, — on comptait 4.130.000 globules : la malade pouvait être considérée comme guérie. Barrsa rapporté une observation analogue ; mais plusieurs autres cas ont été publiés, dans lesquels le traitement avait totalement échoué.

L'ingestion de moelle osseuse a donné quelques succès dans la *cachexie palustre*, la *leucémie*.

Mais, dans l'*anémie secondaire*, dans la *chlorose* surtout, on a observé, en très grand nombre, des améliorations et des guérisons remarquables.

2. *Rate.* — A la moelle osseuse on a souvent associé la pulpe splénique, et ont été ainsi traités, avec succès, des *impaludés chroniques*, des sujets opérés de *splénectomie*, chez lesquels on a obtenu rapidement le rétablissement de la proportion normale des globules blancs et des globules rouges.

Le suc splénique a été donné seul, avec succès, dans des cas de *cachexie paludéenne ;* on a noté une diminution de la rate, une augmentation rapide des globules rouges du sang : dans la *chloro-anémie*, on a également retiré un effet favorable de ce traitement. Enfin, Wood (de Philadelphie) a employé avec succès l'extrait splénique dans un cas de *goître exophtalmique*. C'est ici le lieu de rappeler que la rate, comme le thymus, est hypertrophiée dans la maladie de Graves.

3. *Ganglions lymphatiques.* — A la pulpe splénique et à la moelle osseuse, il peut être logique, dans le traitement de la *leucocythémie*, d'ajouter le produit de trituration de ganglions lymphatiques, comme le conseille Brown-Séquard. Cette maladie peut être considérée comme une perversion de la sécrétion interne de ces glandes et être heureusement modifiée par cette médication. Mais cette hypothèse n'a reçu aucune confirmation clinique.

§ 4. — Testicule, ovaire, mamelle.

Le testicule et l'ovaire constituent un groupe bien net et bien indépendant, auquel cependant nous rattacherons la mamelle.

1. *Testicule.* — Le produit de la sécrétion interne du testicule paraît exercer une influence dynamogénique spéciale sur le système nerveux. Cette action a été démontrée physiologiquement sur les animaux auxquels on a fait subir une perte de sang rapide, ou chez lesquels on a provoqué des paralysies expérimentales. Chez l'homme, elle se traduit directement par une augmentation de la force musculaire mesurée à l'ergographe. Son rôle demeure encore incertain sur l'hématose, la régulation thermique, la résistance aux infections.

Cliniquement, cette influence se manifeste par une action sur la nutrition générale et spécialement sur la régularisation des fonctions digestives. Elle est variable sur les fonctions intellectuelles, et presque nulle sur les fonctions génésiques.

La médication orchitique, faite presque exclusivement par la voie hypodermique, paraît avoir donné des résultats positifs dans la *débilité sénile*, la *constipation opiniâtre des vieillards*, la *neurasthénie*. Elle n'a produit que des améliorations passagères dans les *scléroses médullaires*, la *paralysie agitante*, les *maladies mentales*, la *chorée*, le *diabète*, l'*asthénie* de la tuberculose et du cancer; que des insuccès dans l'*artério-sclérose*, les *lésions cardiaques* ou *hépatiques*, l'*épilepsie*, la *goutte*, les *dermatoses*, le *rhumatisme*, la *maladie d'Addison*, les affections utérines. Il est logique de limiter son emploi au traitement de la débilité sénile et de l'épuisement nerveux accidentel chez l'adulte.

2. *Ovaires.* — Trois groupes de faits établissent l'hypothèse de la sécrétion interne des ovaires (Jayle). C'est d'abord l'apparition constante, chez les ovariotomisées, de troubles d'intensité variable, dont les plus communs sont : les bouffées de chaleur, les douleurs rhumatoïdes, la perte de mémoire, un état mental particulier, l'anaphrodisie ou l'hyperexcitabilité sexuelle. C'est, ensuite, l'absence ou du moins l'atténuation considérable de ces troubles dans les cas de castration ovarienne uni-latérale [1] ou de castration utérine simple. C'est enfin la disparition ou tout au moins l'amélioration de ces symptômes, aujourd'hui démontrées par de nombreuses observations, au moyen de l'ingestion ou de l'injection d'extraits ovariques.

L'opothérapie ovarienne est donc le traitement de choix des troubles consécutifs à la *castration* chez la femme. Il y aurait même intérêt à l'entreprendre systématiquement après toute oophorectomie. Par extension, elle a été appliquée avec succès dans quelques manifestations morbides de la ménopause naturelle. On a enfin essayé de l'utiliser au traitement de diverses lésions ovariennes. Mais, si elle a paru donner quelques résultats encourageants dans l'*aménorrhée*, la *dysménorrhée*, la *chlorose*, elle est demeurée sans action, comme cela était, du reste, facile à prévoir, dans toutes les affections suppurées tubo-ovariennes.

Mamelle. — Nous avons vu [2] que R. Bell, se basant sur les relations physiologiques de la mamelle et de l'utérus, avait traité, par l'extrait de glandes mammaires, un certain nombre de cas de *fibromes de la matrice*. Sous l'action de ce traitement, les hémorrhagies auraient cessé et la tumeur aurait subi une régression notable. Ces faits, bien que n'ayant pas encore été confirmés par d'autres cliniciens, méritent de figurer dans cette rapide revue des traitements opothérapiques.

§ 5. — Glandes à conduits excréteurs.

Nous réunissons les glandes à conduit excréteur, pancréas, rein, foie, parotide, dont les extraits produisent sur l'organisme des résultats bien différents de ceux produits par les excrétions de ces mêmes organes : rien de comparable, en effet, entre l'ingestion de lait, et l'ingestion d'extrait de mamelle, entre l'injection d'urine et l'injection de substance rénale, etc., etc.

1. *Pancréas.* — L'altération ou la destruction du pancréas détermine un état glycosurique qui a paru justiciable de l'opothérapie; les résultats obtenus sont fort variables, et le plus souvent peu satisfaisants. Ainsi Watson Williams a traité un enfant *glycosurique* de 15 ans, successivement par ingestion de pancréas, injection d'extrait glycérique, greffe de fragment de pancréas de mouton; il n'obtint aucune amélioration, et, l'enfant ayant succombé, on constata une sclérose atrophique complète de la glande. Quelques améliorations ont cependant été citées par Lisser, Ausset, Combes.

2. *Rein.* — Le fait de l'existence d'une sécrétion interne rénale est démontré cliniquement par l'absence de phénomènes urémiques dans certains cas d'anurie, et expérimentalement par la survie notable avec retard dans l'apparition des accidents urémiques de chiens néphrectomisés, auxquels on injecte du suc extrait de la substance corticale du rein (Brown-Séquard, Meyer). L'urémie est donc le résultat non seulement de l'accumulation dans le sang des toxines normalement éliminées par les urines, mais aussi et principalement de l'absence des produits versés dans la ciculation par l'appareil glandulaire rénal. Ainsi, l'urémie est plutôt fonction de la suspension de la sécrétion interne du rein que de celle de l'excrétion de l'urine. Partant de ces données, M. Dieulafoy a employé l'extrait rénal en injections dans un cas désespéré d'*urémie* avec anurie, avec une amélioration passagère des symptômes, caractérisée par la disparition du coma et le rétablissement ultérieur de la fonction urinaire.

Cette même médication, essayée dans l'*albuminurie* par Teissier et Frankel, aurait eu pour résultat de relever le coefficient urotoxique, sans avoir, du reste, aucune action diurétique.

[1] Une femme à qui M. Pozzi avait enlevé l'ovaire gauche et reséqué la plus grande partie de l'ovaire droit, n'a présenté aucun des troubles consécutifs à l'oophorectomie.

[2] *Revue générale des Sciences du 15 Octobre* 1896, page 803.

3. *Parotide.* — Ce sont encore les relations pathologiques de la parotide et de l'ovaire qui ont inspiré à R. Bell d'employer l'extrait de la glande salivaire au traitement des *ovarites*. L'ingestion parotidienne aurait, dans ces cas, donné les meilleurs résultats. Jusqu'à plus entière confirmation, il vaut mieux s'adresser à l'ovarine.

4. *Foie.* — On sait qu'en outre de la fonction glycogénique, le foie joue un rôle prépondérant dans la formation de l'urée. On connaît aussi la double action destructive qu'il exerce tant sur les poisons biliaires que sur ceux qui sont apportés dans la circulation par la voie digestive. Il était naturel de penser que l'injection de liquide hépatique pouvait prévenir les accidents dus à l'ablation du foie : cette expérience a été réalisée avec plein succès par Massini, qui a pu, au moyen d'injections d'extrait hépatique, obtenir une survie appréciable chez un animal auquel il avait pratiqué l'extirpation de la presque totalité de l'organe, fait ordinairement incompatible avec l'existence.

La médication hépatique, dont l'huile de foie de morue serait, suivant l'heureuse expression de M. Bra, l'application « avant la lettre », a été employée par Vidal (de Blidah) et plus récemment par Cadiot et Roger, F. Widal, dans le traitement de la *cirrhose hypertrophique*, par Gilbert et Carnot dans le *diabète*. Attendons les résultats.

§ 6. — Organes à rôle fonctionnel.

Dans ce dernier groupe nous prenons les organes qui, sans sécrétion proprement dite, ont surtout un rôle fonctionnel, tel le cerveau, le cœur, le poumon, la prostate, le cartilage, le muscle.

1. *Cerveau.* — Constantin Paul, en 1893, choisit l'extrait du cerveau de mouton, pour introduire la transfusion nerveuse dans la thérapeutique infantile. Malgré les résultats encourageants qu'il obtint, surtout dans la neurasthénie : retour des forces, disparition de l'insomnie, réveil de l'appétit, résultats que Moncorvo, Felkin et quelques autres ont constaté, l'emploi de cette substance en opothérapie est aujourd'hui presque abandonné, et les périodiques ne contiennent que de rares communications concernant la cérébrine. Il semble que les améliorations n'ont pas été constantes entre les mains de tous ceux qui l'ont employée. A Queen Square's Hospital l'administration de substance cérébrale n'a donné aucun résultat (Horsley).

2. *Cœur.* — Le liquide carditique ou cardine, extrait glycériné de cœur de bœuf, injecté sous la peau, aurait, d'après Hammond, une action très rapide sur le pouls. L'élévation de la tension artérielle, l'augmentation du nombre des globules, un effet diurétique, seraient les principaux phénomènes observés. Hammond aurait employé avec succès la cardine contre la *faiblesse du myocarde*.

3. *Prostate.* — La prostate desséchée et pulvérisée a été employée par M. Bazy dans le traitement de l'*hypertrophie prostatique*, concurremment avec la médication thyroïdienne. Les résultats obtenus ont été, dans un cas, le retour temporaire de la miction volontaire. Remert aurait obtenu, sur quatre malades, deux succès incomplets.

4. *Cartilages.* — Samuel Hyde a préparé un extrait de cartilages articulaires et de membranes synoviales, qu'il se propose d'employer dans les affections *articulaires chroniques*, y compris l'*arthrite sèche*. Les résultats ne nous sont pas connus.

5. *Muscle.* — L'extrait de muscle pourrait être utilisé dans toutes les atrophies musculaires *essentielles* (Brown-Séquard). Nous ne possédons encore sur ce point aucune observation clinique pouvant confirmer cette hypothèse.

§ 7. — Autres organes.

Un grand nombre d'autres organes ou tissus ont été encore utilisés : moelle épinière, intestin (muqueuse et sous-muqueuse), duodénum (muqueuse), trompes, etc. Mais nous ne disposons pas encore de documents assez précis, d'observations assez démonstratives pour signaler ici, autrement que par une simple énumération, les essais dont les résultats sont demeurés incertains.

IV. — Conclusion.

L'opothérapie, employée avec discernement, dans des cas déterminés, a donné des résultats heureux, quelques-uns même fort remarquables.

Et cependant c'est une méthode encore dans l'enfance : ses principes actifs sont inconnus, ses indications sont loin d'être précises, on en est encore à la période des tâtonnements. Enregistrons néanmoins les faits favorables connus, pour en tirer profit dès maintenant, sans oublier que dans la méthode tout est encore primitif et doit se modifier ou se perfectionner. Lorsque sera plus approfondie, au point de vue chimique et physiologique, la connaissance de la sécrétion interne des glandes, la méthode, reposant sur des bases plus scientifiques, étendra et précisera son champ d'action. Mais déjà les résultats acquis ont fait, dans l'art de guérir, une place fort honorable à l'opothérapie.

Drs P. Maubrac et G. Maurange.

64.26

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE LA FÉCULERIE EN FRANCE

La *fécule*, ou amidon de pommes de terre, est en France l'objet d'une très importante consommation. Dans une proportion toujours croissante, l'industrie de la papeterie s'en sert pour l'encollage ; le tissage du coton et du lin la met à profit pour apprêter ses fils ; enfin, la glucoserie la transforme en matière sucrée utilisée pour la fabrication à bon marché des liqueurs, vins de seconde cuvée, petites bières, sans compter divers usages tels que l'alimentation, la fabrication de colle de pâte, etc., dont l'appoint est encore sensible.

Ces débouchés assurent à la féculerie française un débit annuel de 600.000 sacs de chacun 100 kilos. Malgré cette importante production, la féculerie est aujourd'hui peu prospère dans notre pays, alors qu'en Allemagne elle donne des bénéfices appréciables. Nos concurrents allemands savent s'associer pour discuter les intérêts généraux de leur métier, prendre en commun les mesures les plus propres à en favoriser le développement, mettre à l'étude les questions économiques et scientifiques dont dépend le progrès de leur industrie, et ils ont aussi soin d'introduire dans leurs usines les procédés scientifiques, le contrôle chimique, la coopération de l'ingénieur et du savant.

Comme nous le verrons, ce n'est pas à la différence entre les salaires payés en France et les salaires payés en Allemagne, qu'il convient d'attribuer la différence des résultats financiers : la question de main-d'œuvre est, dans l'espèce, secondaire, tandis que la perfection du travail est chose capitale. Or, il faut bien le dire, le progrès de la fabrication n'est guère le souci dominant des féculiers français; la science ne pénètre pas dans leurs fabriques aussi largement que dans les fabriques allemandes ; des questions d'un haut intérêt technique, non seulement demeurent sans solution, mais ne sont même pas abordées, pour cette simple raison qu'elles relèvent de la recherche scientifique, à laquelle nos manufacturiers ne sont guère portés à recourir [1].

C'est cet état de choses qui nous engage à exposer ici, au moins dans ses grandes lignes, l'état actuel et surtout les besoins de la féculerie française.

I. — Historique.

Sans entrer dans le détail des tentatives successives en vue de faire pénétrer la pomme de terre en Europe, nous rappellerons que c'est vers 1790, et grâce à la persévérance de Parmentier, que ce précieux tubercule commença à être apprécié à sa juste valeur. Mais ce n'est que quarante ans après, en 1830, que se montèrent les premières usines ayant pour but d'extraire la fécule des tubercules. Très primitive dans ses débuts, l'industrie n'employait alors que le broyage à bras ; bientôt on chercha à utiliser, dans ce travail pénible, la force animale, et les premières usines à manège furent créées (1840). Presque en même temps, la force hydraulique fut appliquée, et, encore de nos jours, nombre de féculeries des Vosges et de l'Oise travaillent ainsi ; mais, en raison de l'irrégularité de cette force motrice, il fut bientôt indiqué de lui substituer celle des machines à vapeur, seule employée aujourd'hui dans les fabriques de création récente.

[1] En France, la plupart des féculeries sont dirigées par les propriétaires des usines; que ceux-ci aient été élevés dans le métier ou s'y soient engagés sans grande initiation pratique, c'est en *commerçants*, non en *industriels*, qu'ils l'exercent. N'étant point passés par les écoles, ils n'ont généralement aucun savoir scientifique, ni, qui pis est, aucune foi dans la science. C'est là un état d'âme fréquent dans le monde des affaires. Arrivés à la fortune par l'intelligence et le travail, c'est-à-dire par le fait de l'effort personnel, sans l'aide d'aucun enseignement, beaucoup d'industriels ne remarquent même pas que les machines employées, les procédés mis en œuvre dans leurs usines sont des produits de la science. Comme ils se sont passés d'elle, ils ne doutent pas que, sans elle, le succès puisse continuer. Ceux qui désirent que leurs enfants leur succèdent, pourvoient leurs fils du grade de bachelier — qui estampille gentleman — mais négligent de les instruire, et surtout *se gardent* de les envoyer dans les écoles techniques, de peur d'en faire des « théoriciens » ! Le vieux préjugé contre l'établissement scientifique, auquel le bourgeois demande d'être un atelier, une véritable usine, et dont il ne conçoit pas autrement la vertu éducative, règne toujours. Que de fois, en Normandie, avons-nous entendu des manufacturiers manifester hautement leur répugnance à prendre comme employé un ancien élève de l'École Centrale, de l'École des Mines, du Conservatoire des Arts et Métiers, etc.! Entre ce jeune ingénieur, auquel ils reprochent d'ignorer la pratique du métier, et le premier campagnard venu, qui ne la sait pas davantage, ils n'hésitent pas : ils choisissent celui qui n'offre pas la tare originelle du « théoricien » ; et la routine continue.

Au contraire, l'industriel qui, en sa jeunesse, a suivi quelques cours et fréquenté les laboratoires, apporte dans la gestion de son usine un tout autre esprit. Même s'il a oublié les doctrines enseignées, les faits les plus élémentaires, une chose précieuse lui reste : cette simple notion que la science existe et qu'elle sert à quelque chose; conscient de son insuffisance, il appelle à lui l'ingénieur, le chimiste, parfois le micrographe, et les introduit dans sa fabrique.

Si les monographies des grandes industries de la France, dont nous avons entrepris la publication, n'avaient d'autre résultat que de provoquer la réflexion sur ce sujet et d'amorcer contre les errements actuels une réaction efficace, ce service rendu à nos industries nationales récompenserait, à lui seul, toutes les peines que se donnent nos savants et dévoués collaborateurs. (Note de la Direction.)

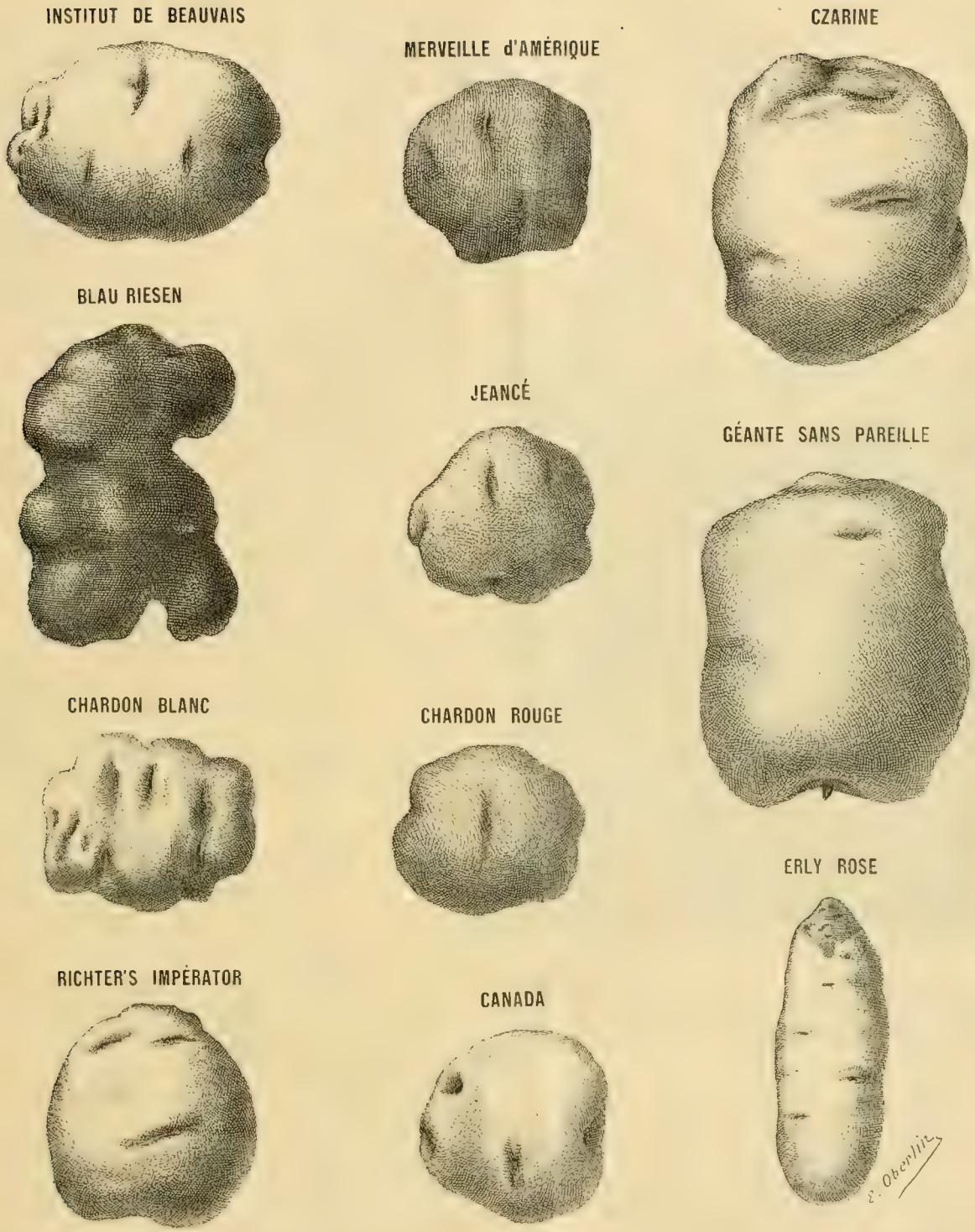


Fig. 1. — *Variétés de pommes de terre cultivées pour l'industrie de la fécule.* — (Ces différentes espèces sont représentées ici à la même échelle correspondant environ au 1/3 de leur grandeur naturelle).

Institut de Beauvais, Pomme de terre jaune ovale, peu riche en fécule, presque abandonnée aujourd'hui. — Chardon blanc et Chardon rouge (Ked Skinned), très appréciées par la féculerie, renferment 16 à 18 °/o de fécule; rendements moyens à l'hectare. — Blau Riesen ou Géante bleue, appelée aussi Pomme de terre évêque à cause de sa robe violette; grands rendements à l'hectare; elle s'est améliorée d'une façon notable depuis son introduction dans la culture industrielle (16 à 18 °/o de fécule); elle est très réfractaire à la maladie. — Richter's Imperator, Pomme de terre d'origine allemande, la meilleure actuellement connue pour la féculerie (18 à 22 °/o de fécule); cette fécule s'extrait plus facilement que dans les autres variétés, à richesse égale; très cultivée dans l'Oise, elle tend malheureusement à dégénérer. — Czarine, Pomme de terre ronde, jaune à yeux enfoncés colorés en rose; elle est cultivée surtout aux environs de Paris; grands rendements à l'hectare (16 à 20 °/o de fécule). — Jeancey, spéciale aux Vosges, jaune ronde (17 à 21 °/o de fécule). — Les autres variétés cultivées, surtout pour la consommation de bouche, ne sont qu'accidentellement livrées à la féculerie.

II. — Matière première.

§ 1. — Particularités culturales de la pomme de terre de féculerie.

Les variétés de pommes de terre utilisées industriellement sont (fig. 1) : la *Richter's Imperator*, la *Blau Riesen* (Géante bleue), la *Jeancey* ou *Vosgienne*, la *Chardon rouge et blanche*, la *Czarine*, l'*Institut-de-Beauvais*, la *Magnum bonum*, la *Canada*, la *Merveille d'Amérique*, la *Géante sans pareille* et l'*Erly rose*.

L'assolement se fait habituellement après céréales, blé ou seigle. Le sol convenant à la pomme

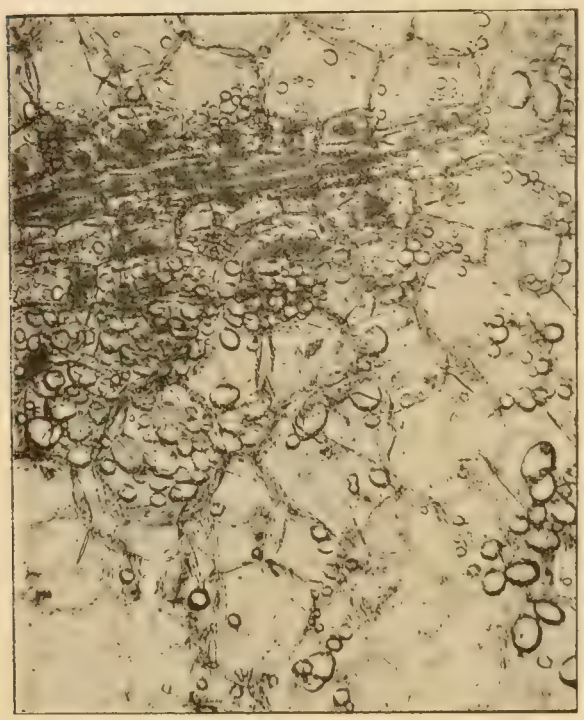


Fig. 2. — *Coupe faite à travers le parenchyme d'une pomme de terre et montrant les cellules avec leurs parois et les grains de fécule qu'elles renferment.* (Photographie.) — La majeure partie des grains de fécule dont sont bourrées les cellules a été enlevée au moment de la préparation de la coupe.

de terre doit être sablo-argileux, léger, friable, perméable et profond.

Le choix du plant a une très grande importance et, de plus, les tubercules doivent être plantés entiers, sous peine de voir la pourriture s'y développer. Les engrais employés au printemps comportent les éléments habituels, azote, acide phosphorique, auxquels il importe d'ajouter la potasse, élément spécialement requis dans l'espèce.

La pomme de terre est livrée à la féculerie à raison de 101 kilos pour 100 kilos payés. Aucune restriction sur le prix d'achat n'est faite actuellement suivant la richesse en fécule du produit livré, pour la raison que les procédés de dosage proposés jusqu'ici et presque tous basés sur la densité, sont insuffisants. Ils ne donnent que des indications trop vagues, tantôt supérieures, tantôt inférieures à la réalité, par suite du défaut d'homogénéité du tubercule et des vides qui y existent accidentellement. Le seul procédé exact est encore la saccharification par l'acide sulfurique dilué et le titrage du glucose formé par la liqueur cupropotassique ; mais les féculiers, peu versés dans les manipulations chimiques, considèrent ce procédé comme étant du domaine du laboratoire et n'y

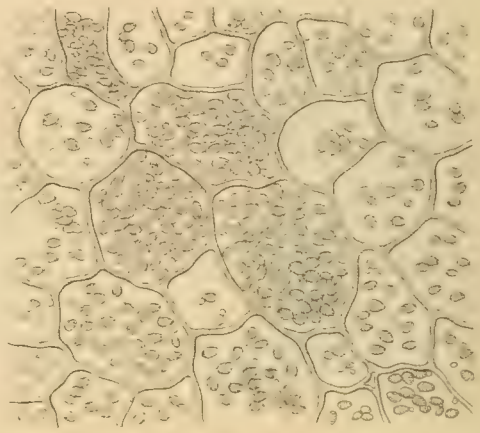


Fig. 3. — *Dessin schématique montrant la répartition des grains de fécule dans les cellules.*

recourent pas plus qu'au procédé Baudry (saccharification par l'acide salicylique) qui nécessite l'em-

Fig. 4. — *Dessin schématique montrant la forme et la constitution des grains d'amidon.*

ploi du saccharimètre et qui est loin, du reste, de donner toute satisfaction.

Il est regrettable de constater que, pour ces raisons, l'achat à la richesse en fécule n'est pas pratiqué en féculerie, alors que cette manière de procéder aurait, pour l'industriel et l'agriculteur, de réels avantages. En cette occurrence, le rôle des associations syndicales se trouve tout indiqué : mettre au concours la recherche d'un procédé pratique permettant de déterminer, rapidement et sur une râpure de la pomme de terre, la richesse en fécule. Le résultat serait, nous n'en doutons pas, bientôt obtenu ; mais il faut que l'initiative en

soit prise, et, ce que le particulier ne peut faire seul, l'union peut l'obtenir; il faudrait naturellement que les sommes allouées couvrissent les frais des recherches qu'une semblable étude entraînerait.

Entre la récolte des pommes de terre et leur emploi en féculerie, il se passe parfois un certain temps, et cela pendant la saison la moins favorable à la conservation des tubercules; à cause des pluies et de l'humidité qu'elles entraînent, certains soins sont nécessaires, si l'on veut réduire au minimum la perte entraînée par la fermentation et la germination, qui rendent la fécule soluble et, par suite, non récupérable. A cet effet on dispose le tubercule en silos où la température est surveillée attentivement : lorsqu'elle s'élève trop, cela provient de la pourriture, et il faut s'empresser d'employer la pomme de terre. Quant à la gelée, elle ne produit pas d'altération sensible du grain, mais ramollit le parenchyme, qui se rompt alors difficilement sous l'effort de la râpe; dans ce cas il est préférable de travailler les pommes de terre encore gelées plutôt que d'attendre le dégel. La qualité du produit laisse cependant toujours à désirer, surtout pour l'emploi en tissage, car l'empois ne se forme plus que difficilement.

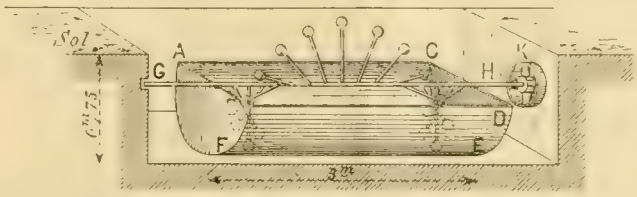


Fig. 5. — *Débourbeur.* — A B C D E F, auge demi-cylindrique en tôle. Dimensions : A B = 0m75; E F = 3m. — G H, arbre mobile suivant l'axe du cylindre, muni de tiges à boules. Cet arbre est commandé par la poulie K. — Les pommes de terre déposées avec de l'eau dans la cuve sont débarrassées de la terre adhérente par les boules du débourbeur.

§ 2. — Composition des tubercules.

Le tubercule est formé d'un tissu cellulaire (fig. 2 et 3) ou *parenchyme*, dont les cellules sont bourrées de grains de fécule (fig. 4), et renferment aussi divers produits pour la plupart en solution dans le suc cellulaire. La teneur en eau est, en moyenne, de 75 °/₀.

La composition, au point de vue chimique, est :

Eau		74,00
Fécule		20,00
Epiderme, cellulose, pectose, pectate de chaux.		1,65
Albumine et matères azotées	1,50	4,35
Asparagine	0,12	
Matières grasses	0,10	
Sucre, résines, huiles essentielles, solanine	1,07	
Citrate de pot., phos. de chaux, Mg O.SiO²Fe²O³.	1,56	
		100,00

Tout le travail de l'industrie consiste à déchirer, de la façon la plus parfaite possible, les cellules parenchymateuses, de facon à mettre en liberté le grain de fécule, et, d'autre part, à le séparer des matières étrangères insolubles ou solubles, ce qu'on fait au moyen de tamis appropriés et de lavages abondants.

III. — Opérations industrielles.

Une condition essentielle de succès en féculerie est l'abondance et la qualité de l'eau employée dans la série des opérations ; la quantité n'est pas négligeable, car la pomme de terre demande environ 10 fois son poids d'eau pour être travaillée : soit 8 à 10 hectolitres (celle du générateur comprise) pour 100 kilos de tubercules ; soit, pour un travail moyen de 50.000 kilos, 5.000 hectolitres par jour. Cette eau doit présenter une très grande pureté, surtout dans les opérations subséquentes du lavage; elle doit être exempte de composés ferrugineux, de matières organiques et de parasites végétaux.

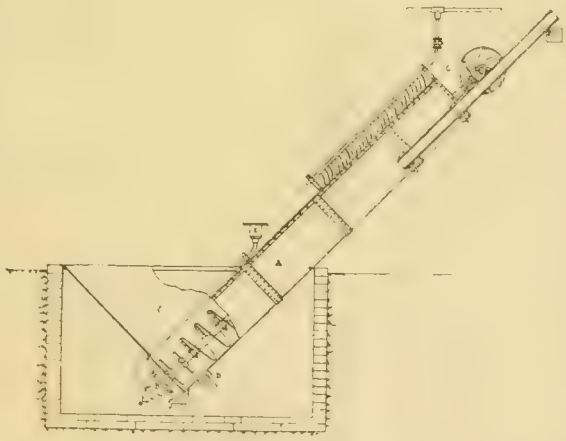


Fig. 6. — *Elévateur de pommes de terre.* — A, tôle enveloppant l'hélice; C, trémie recevant la pomme de terre; B, crapaudine supportant l'axe de l'hélice élévatrice; D, vidange de l'hélice; E, graisseur alimentant la crapaudine; G, rampe d'arrosage de la pomme de terre pendant son ascension.

Cette pureté des eaux est tellement nécessaire que les fabriques faisant la plus belle fécule sont, sans conteste, celles qui disposent des eaux les plus pures, et la renommée des fécules des Vosges, comparativement à celle des autres régions, est due en grande partie aux eaux torrentielles, roulant sur fond granitique, qui alimentent les usines.

Ces conditions générales étant réalisées, suivons maintenant la série des opérations industrielles à effectuer.

§ 1. — Lavage.

Les pommes de terre sont, après pesage, amenées soit directement, soit des silos, au *débourbeur* (fig. 5). Cet appareil se compose, en général, d'une auge en tôle de 0m75 de diamètre et 3 mètres de longueur, ayant la forme d'un demi-cylindre, et dont l'axe est constitué par un arbre dans lequel sont implantées des tiges munies de boules

et disposées suivant une hélice; la rotation de l'arbre entraîne la pomme de terre lentement d'un bout à l'autre du demi-cylindre; les tubercules y barbotent dans l'eau; de temps à autre, au moyen d'une vanne à guillotine, on évacue les eaux bourbeuses du côté où arrive la pomme de terre. Le personnel employé à ce travail pour une quantité de 3.000 kilos à l'heure est de trois hommes le jour et quatre la nuit.

Les tubercules sortant du débourbeur sont pris par l'*élévateur* qui les transporte au lavoir. L'élévateur est constitué (fig. 6) par une hélice dont l'axe est incliné à 35°. Engagées dans chaque spire, les pommes de terre sont obligées de monter et reçoivent pendant cette ascension un jet d'eau qui complète l'action du débourbeur. — à la râpe; l'épierreur a, en général, une longueur de 1 m 50 à 2 mètres suivant la distance qui existe entre le lavoir et la râpe.

La quantité d'eau employée dans ces trois appareils essentiels, débourbeur, élévateur, lavoir, est de 25 à 28 hectolitres à l'heure par tonne de pommes de terre, soit 75 à 85 hectolitres à l'heure pour un travail moyen de 3.000 kilos.

Le lavage a, en féculerie, une importance capitale, attendu que toutes les impuretés non enlevées préalablement, terres, boues, se délaient et passent au tamisage en donnant à la fécule une teinte défectueuse; il est donc de toute nécessité de surveiller minutieusement les opérations préparatoires, car le produit que l'on cherche à extraire n'est pas soluble comme le sucre que l'on épure

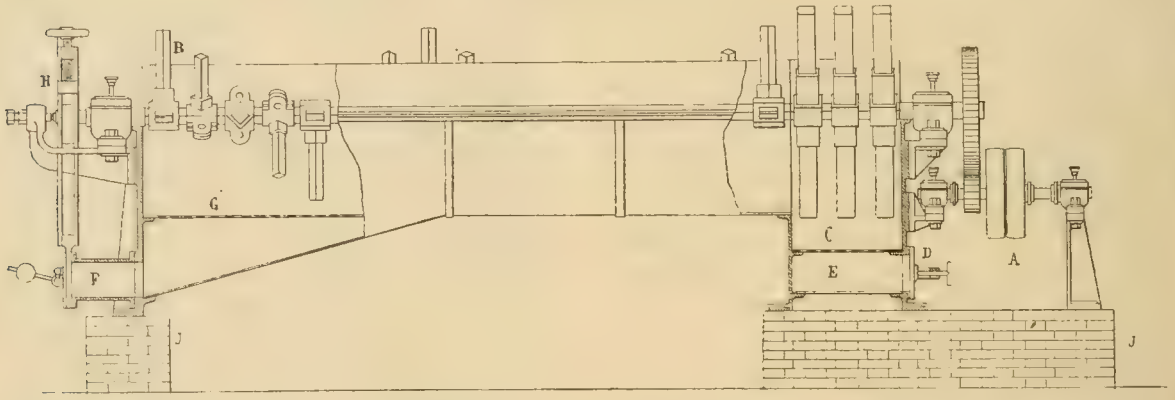


Fig. 7. — *Lavoir et son épierreur.* — Le lavoir est composé, comme le débourbeur (fig. 5), d'une auge demi-cylindrique et d'un arbre portant des palettes B. Les pommes de terre, amenées par l'élévateur, y sont soumises à l'action d'un courant d'eau et à celle des palettes; elles se débarrassent complètement de la terre qui les entourent. La terre passe par le fond G percé de trous, tombe sur un plan incliné et peut être évacuée par la vanne F, commandée par la vis H. L'épierreur est situé à droite; son fond C, également percé de trous, est situé en contre-bas. Il est constamment plein d'eau; les pommes de terre, légères, amenées par le mouvement des palettes B, flottent à la surface de l'eau, tandis que les pierres, plus lourdes, tombent en E, d'où elles sont évacuées par la vanne D. A, poulie recevant son mouvement d'une machine et le transmettant à l'axe du lavoir. J, bâti de l'appareil.

Arrivées au sommet de l'élévateur, les tubercules tombent dans le *lavoir* proprement dit (fig. 7) composé, comme le débourbeur, d'un demi-cylindre et d'un arbre à palettes, mais divisé en deux parties latérales. L'une, celle de gauche sur la figure, a son fond G constitué par une tôle percée de trous qui laissent passer la terre; celle-ci tombe sur un plan incliné vers la gauche et est évacuée par la vanne F; l'autre compartiment, celui de droite, a son fond C en contre-bas; il est destiné à enlever la majeure partie des pierres; c'est dans celui-ci qu'arrive l'eau propre; cette eau chemine de droite à gauche et se rend dans le compartiment de droite; là les pommes de terre, déplacées par les palettes B disposées en hélice sur l'arbre, circulent de gauche à droite. Le tubercule tombe alors dans l'*épierreur* C, où une vis hélicoïdale tourne sans cesse; les pierres plus lourdes tombent au fond; les pommes de terre, plus légères, flottent dans l'eau, et, saisies par les premières spires de l'hélice, sont conduites par filtration, mais bien insoluble, et jouit des mêmes propriétés que les autres corps solides, terres, sables, etc.

§ 2. — Râpage.

Pour mettre les grains de fécule en liberté, il faut déchirer les cellules qui les renferment, mais non pas les broyer, ce qui aurait pour effet : d'une part, d'altérer le grain; d'autre part, de rendre les débris de cellules assez fins pour passer aux tamis, et cela même empêcherait de les séparer. Il faut donc employer comme appareils diviseurs ceux qui déchireront le mieux le parenchyme sans altérer le grain.

Le principe de la râpe employée en féculerie est connu depuis fort longtemps; perfectionné d'une façon notable par Joly, le même modèle est employé dans la presque totalité des usines : il se compose (fig. 8) d'un tambour en bois garni de lames à dents de scie A; ces dents sont écartées de 2 milli-

mètres environ et les lames espacées de 10 à 15 millimètres; ce tambour est monté sur un bâti reposant directement sur une fosse cimentée, dans laquelle s'écoule la pomme de terre râpée.

La râpe Joly présente surtout comme perfectionnement certains organes accessoires qui permettent une division des plus parfaites et empêchent que certains gros morceaux appelés *semelles* restent non divisés. Ces accessoires se composent :

1° D'une plaque d'approche D chargée par un contrepoids E qui force la pomme de terre à s'appliquer sur les dents de la râpe; ce poids est réglé de façon à ne pas être assez fort pour permettre l'attaque des corps durs tels que bois, pierres, lorsqu'il s'en présente, et il est facile de les retirer sans arrêt en soulevant la plaque;

2° D'une pièce d'approche en bois dur G qu'il est possible de régler par une vis de rappel; cette pièce G touche presque les dents A et oblige les tubercules à passer dans un espace restreint;

3° Enfin, d'une grille tamiseuse B, qui recouvre la dernière portion inférieure du tambour; l'écartement des barreaux est tel que les semelles ne puissent passer; celles-ci restent donc dans le corps de la râpe jusqu'à ce qu'elles soient assez divisées pour passer au travers de la grille; elles tombent alors dans la fosse située sous la râpe.

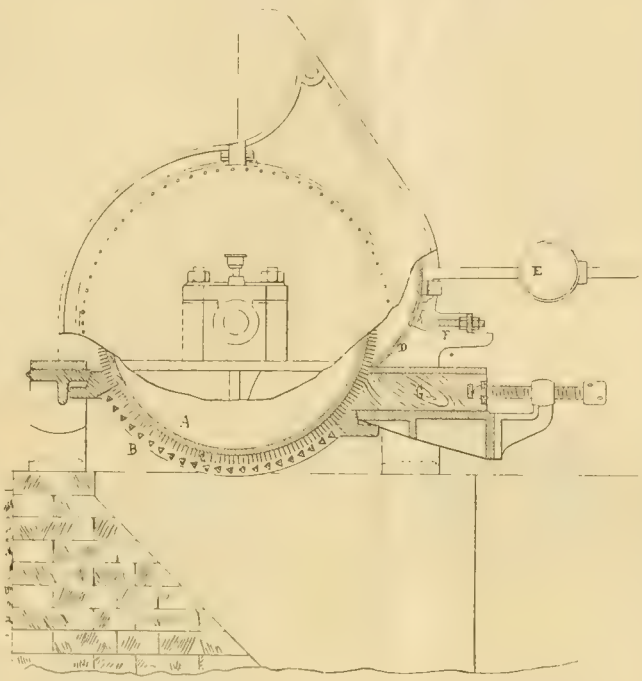


Fig. 8. — *Râpe à pommes de terre.* — A, tambour en bois garni de lames à dents de scie. — B, grille tamiseuse empêchant les gros morceaux ou semelles de tomber dans la fosse inférieure et les maintenant sous la râpe jusqu'à ce qu'ils soient complètement divisés. — D, pièce d'approche chargée par un contrepoids E et forcant la pomme de terre qui vient d'en haut à s'appliquer sur les dents de la râpe. — G, pièce d'approche en bois dur, réglée par une vis de rappel située à sa droite, et obligeant également le tubercule à passer près de la râpe.

En même temps que s'effectue le râpage, on facilite la division et la sortie du produit par un arrosage abondant; la quantité d'eau nécessaire est environ de 12 hectolitres à l'heure par tonne de tubercules, soit 36 hectolitres pour un travail de 3.000 kilos; la force absorbée est de 5 à 6 chevaux.

§ 3. — Contre-Râpage.

Dans les usines montées récemment, on procède à un second râpage; celui-ci a lieu soit immédiatement après le premier, soit en opérant sur le produit épuisé par un premier tamisage.

L'appareil employé (fig. 9) est basé sur la même principe que le râpe Champonnois des distilleries de betteraves; la pulpe râpée est versée dans l'entonnoir courbe B, et, de là tombe dans le cylindre D. C'est dans ce cylindre qu'est la râpe. Ses dents sont fixes. La matière est frottée sur ces dents au moyen de barrettes E E montées sur un arbre moteur A; la force centrifuge amène la matière sur ces dents et le produit divisé passe entre les lames pour tomber sous le moulin et être envoyé au premier ou second tamisage. Une cavité G est ménagée au bas du tambour pour recevoir les corps étrangers; une porte mobile (H, H) permet de les extraire de temps en temps.

Ce contre-râpage donne d'excellents résultats à l'extraction et nous verrons, en parlant des rendements, qu'une *pulpe* déchet de parenchyme) renfermant 50 de fécule pour 100 de matières sèches peut facilement être amenée à la teneur de 35 à 40 °/₀ seulement.

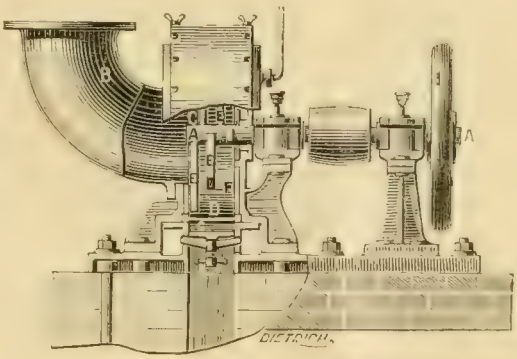


Fig. 9. — *Contre-râpe.* — La pulpe râpée est versée par l'entonnoir B dans le cylindre D garni intérieurement de dents. La matière est frottée contre ces dents au moyen des barrettes E E mues par l'arbre moteur AA. — G, cavité recevant les corps étrangers qui sont ensuite évacuées par la porte H H.

§ 4. — Tamisage d'extraction.

Les tubercules étant réduits en bouillie, celle-ci est aspirée par des pompes à boisseau et à boulets disposées spécialement pour l'aspiration et le refoulement des matières épaisses; le produit féculent est alors envoyé à l'intérieur du premier jeu de tamis rotatifs, dans le but de séparer la fécule des débris de parenchyme déchiré, c'est-à-dire de la *pulpe*, en terme de métier.

Les tamis rotatifs peuvent avoir une forme carrée, hexagonale ou cylindrique; cette dernière est presque toujours adoptée dans l'Oise; ils se composent (fig. 10) de deux parties sy-

métriques demi-cylindriques formant châssis en bois, sur lesquelles on cloue une toile métallique (fig. 11) ordinairement en cuivre rouge, nos 40 à 50 [1].

La surface tamisante se trouve habituellement répartie sur deux appareils qui portent le nom de *tamis extracteurs*. Seulement, comme au bout d'un court chemin à l'intérieur du tamis, la pulpe forme un boudin qui ne laisse plus échapper la fécule, il est nécessaire de procéder à un redélayage, lorsque la pulpe a parcouru environ un mètre; c'est pourquoi chaque tamis proprement dit est divisé en quatre tronçons de 1 m. 40 séparés par des augets dans lesquels arrive de l'eau. La pulpe délayée est alors reprise par des *danaïdes*, ou palettes, et reversée à l'intérieur du tronçon suivant.

Les tamis ont, en général, une longueur de 5 m. 50;

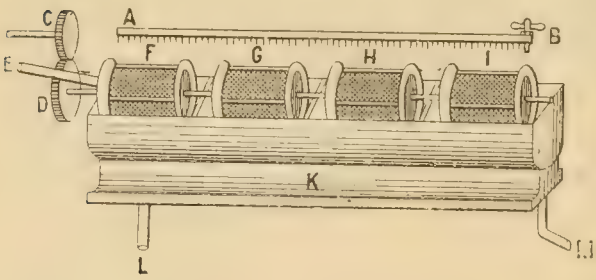


Fig. 10. — *Tamis extracteur.* — La pulpe arrive par le conduit E dans le premier tronçon F du tamis extracteur, formé de deux parties symétriques demi-cylindriques sur lesquelles on a cloué une toile métallique. Le tamis est animé, par l'intermédiaire des poulies C et D d'un mouvement de rotation rapide; par l'action de la force centrifuge, la fécule est séparée de la pulpe et s'échappe au travers de la toile métallique dans l'auge K. La pulpe, en partie épuisée, sort du tronçon F et passe en G au moyen d'une palette appelée danaïde, et ainsi de suite. Pour faciliter l'extraction, les tamis sont continuellement mouillés par des filets d'eau qui tombent des orifices du tube A B placé au-dessus. La fécule délayée dans l'eau sort en L et la pulpe plus ou moins complètement épuisée en M.

leur diamètre ne doit pas dépasser 0 m. 50 sous peine de former trop facilement le boudin; leur vitesse rotative est de 1/2 tour par seconde.

Au moyen d'un tuyau percé de trous, toute la surface tamisante est arrosée extérieurement d'eau pour éviter le gommage et le bouchage des trous; la quantité d'eau employée est de 65 hectolitres à l'heure par tonne de pommes de terre, soit 195 à 200 hectolitres pour 3.000 kilos.

[1] Disons ce qu'on entend pratiquement par numéro de la toile d'un tamis; ce chiffre, tout arbitraire au premier abord, représente le nombre de leurs fils que l'on trouve dans une largeur de 27 mm ¼, ou un pouce. Les numéros employés en féculerie ne commencent guère qu'à 40 et vont en augmentant de plus en plus à mesure que l'épuration du produit s'avance: en d'autres termes, le nombre des fils augmentant au pouce carré, il s'ensuit que l'espace existant entre eux devient d'autant plus petit et les trous de plus en plus faibles à mesure que le numéro augmente. — D'après M. Thomas, on doit compter au minimum 5 mètres carrés de surface tamisante par tonne de tubercules râpés, soit 15 mq. pour l'usine type que nous avons considérée travaillant 3.000 kilos à l'heure. Nous remercions ici MM. Thomas et Hébert du prêt qu'ils ont bien voulu nous faire de leurs clichés.

§ 5. — Tamis d'épuration.

La matière qui provient du râpage a été séparée en deux parties: l'une contenant la fécule impure, délayée dans l'eau qui coule dans le bâti du tamis extracteur; l'autre représentant les débris de cellules ou *pulpe* plus ou moins épuisée en fécule. — Lorsque l'usine dispose d'un contre-râpage, cette pulpe, divisée à nouveau, est envoyée dans un jeu de tamis habituellement à châssis et mis en mouvement par secousses; le liquide tenant la fécule en suspension est réuni au précédent sortant des tamis extracteurs, et passé au *tamis épurateur*.

Le *tamis épurateur* est identique comme construction aux tamis extracteurs; le numéro de la toile est seulement plus élevé, 80 à 100; il est en outre muni d'un arrosage intérieur; on lui donne comme surface tamisante 2 m. 50 par tonne de pommes de terre. La longueur varie de 4 à 5 mètres. La quantité d'eau employée par les tamis à secousses, lorsqu'ils existent, est de 19 hectol. par 1.000 kil. de tubercules, soit 60 hectol. environ pour 3.000 kil.

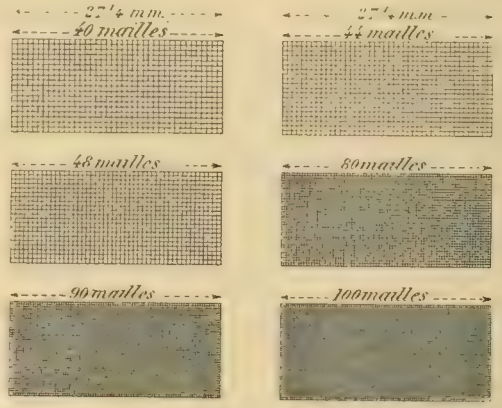


Fig. 11. — *Exemples de diverses toiles employées en féculerie (grandeur réelle).* Le numéro de la toile indique le nombre de fils contenus dans 27 mm. 1/4.

Quant à la pulpe, elle est prise par une pompe et envoyée au dehors pour l'égouttage dans des fosses dont les dimensions sont calculées à raison de 1/3 de mètre cube par tonne de tubercules travaillés; quelquefois ils sont immédiatement pressés au moyen d'appareils continus empruntés généralement à la distillerie de betterave (presse Dujardin).

§ 6. — Plans de dépôt de la fécule.

Le liquide féculant, sortant des tamis épurateurs et débarrassé en presque totalité de la pulpe, est envoyé dans des bassins, tantôt circulaires, tantôt rectangulaires, disposés sur le sol et appelés *plans de dépôt*.

Ces *plans* présentant habituellement une surface de 100 mq. répartie en une série de caniveaux ayant 0 m. 60 à 0 m. 70 de largeur et formés par des murettes de 0 m. 50 de hauteur disposées en escargot.

L'inclinaison du fond est aménagée à 1 mm par mètre, de sorte que le lait de fécule chemine lentement en laissant déposer peu à peu son contenu, qui est en suspension.

On coule sur ce plan pendant 8 à 10 heures; la fécule relevée est délayée dans une cuve en maçonnerie, placée au centre du plan et munie d'un agitateur ; le lait de fécule est alors pompé et envoyé aux cuves à dégraisser [1].

doivent avoir, pour un travail de 3.000 kilogs de pommes de terre à l'heure, $6^m \times 6^m \times 4^m$; elles contiennent par conséquent 150 mc. environ ; elles sont au nombre de trois, et on coule alternativement pendant 8 heures sur chacune; le dépôt est ensuite enlevé par délayage.

§ 7. — Cuve à dégraisser.

Le produit du délayage de la fécule des plans

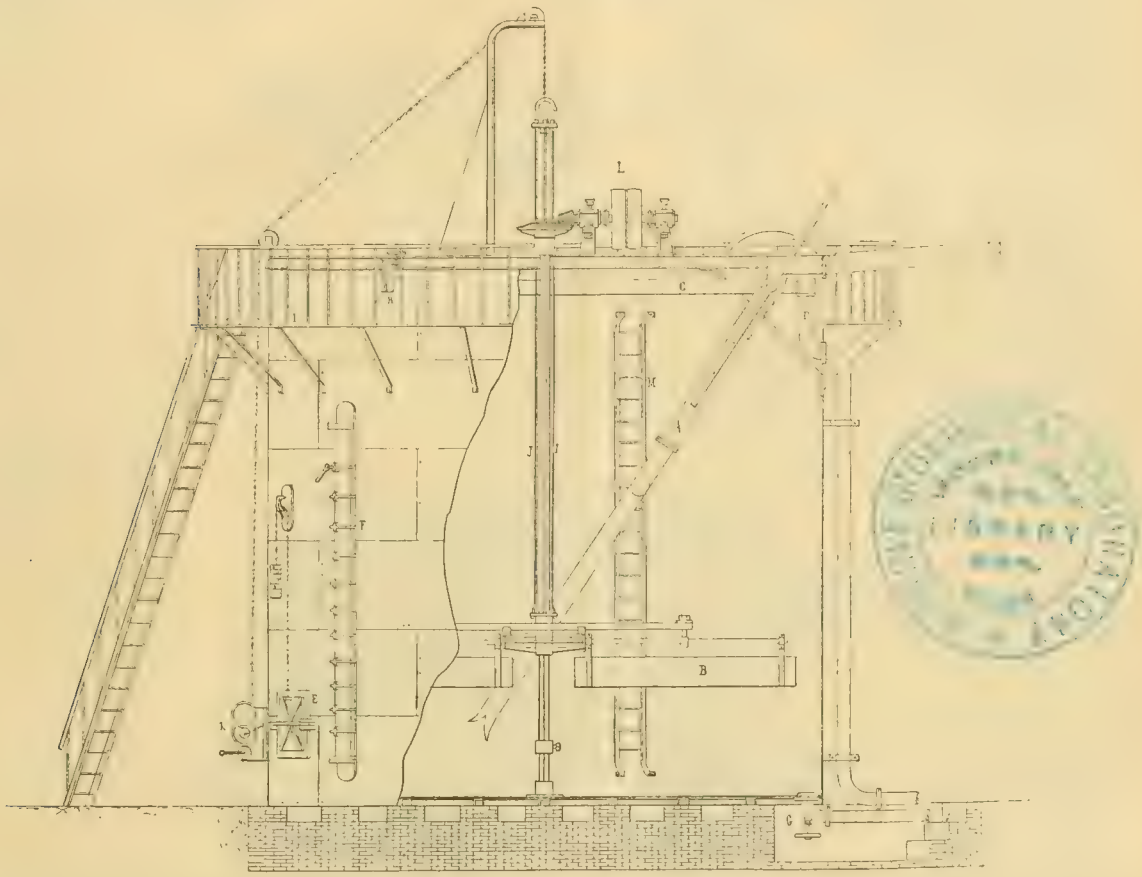


Fig. 12. — *Cuve Gaudet pour le dépôt de la fécule.* — La cuve est primitivement remplie d'eau au moyen du tube G ; puis on y fait arriver, par le tuyau A, le lait féculent qui sort des tamis d'extraction. La fécule se dépose peu à peu et tombe au fond, tandis que l'eau monte et se déverse, par la rigole circulaire C et le tuyau de sortie D. Lorsqu'un peu de fécule commence à sortir en D, on arrête l'arrivée en A. On procède alors au délayage. La poulie L, mue par une courroie de transmission transmet, son mouvement à l'arbre J et fait tourner les agitateurs B. Le produit du délayage est ensuite envoyé dans les cuves à dégraisser. K, contrepoids soutenant l'arbre J. F, indicateur de niveau. I, galerie circulaire. M, escalier pour descendre à l'intérieur de la cuve.

Dans plusieurs usines nouvelles, les plans en longueur sont remplacés par une cuve en hauteur, *cuve Gaudet* (fig. 12); préalablement celle-ci est remplie d'eau ; on fait arriver au fond le lait féculent ; il y abandonne peu à peu la matière en suspension et sort par le haut de la cuve complètement dépouillé, puis est enlevé par débordement. Lorsqu'un peu de fécule commence à sortir, on arrête l'affusion et on coule sur une autre cuve. Ces cuves

est envoyé dans une cuve à dégraisser, dont la capacité varie de 200 à 300 hectolitres au maximum, en même temps qu'une grande quantité d'eau; on laisse alors reposer jusqu'à éclaircissement parfait; puis l'eau est décantée au moyen de trous latéraux munis de bondes (*clarinette*). La majeure partie des impuretés moins denses que la fécule se trouve à la surface sous forme de dépôt gris, gluant, portant le nom de *graisses;* on enlève ces graisses par grattage de façon à mettre à nu la fécule pure; celle-ci est alors remise en suspension dans l'eau, pompée et envoyée à la table à blanchir (fig. 13).

[1] Dans les usines bien installées, pour éviter l'arrêt dû au relevage des plans, on a soin de disposer ceux-ci en double; mais la plupart des féculeries ne travaillent que de jour, de 5 heures du matin à 10 heures du soir, minuit au plus.

§ 8. — Blanchiment.

Le lait de fécule arrive dans un tamis rotatif de 2 mètres de longueur seulement, *tamis à blanc* A, fig. 13), disposé comme ceux que nous avons déjà décrits ; le numéro de toile est plus fin (140 à 180), et le plus souvent le tissu est en soie au lieu de cuivre.

Ce tamis se trouve placé en tête d'une vaste table (C D, fig. 13) dite *table à blanchir*, ayant comme dimensions 2 m. × 8 m. et présentant un rebord de 0 m. 50; la fécule se dépose à nouveau, et, lorsque la table est chargée, on procède à un léger grattage de la surface en même temps que l'on fait couler un léger courant d'eau; les dernières impuretés sont entraînées, et le produit restant sur la table a une parfaite blancheur.

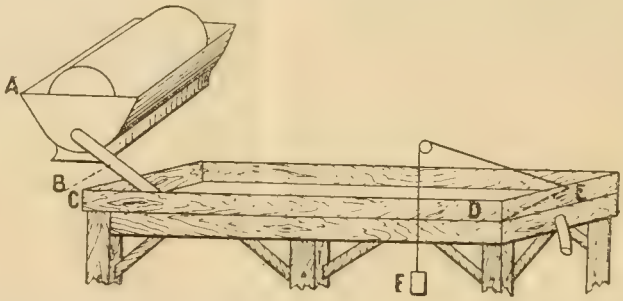


Fig. 13. — *Table à blanchir.* — La fécule délayée, venant des cuves à dégraisser, arrive dans le tamis à blanc A, semblable à ceux de la figure 10, mais muni d'une toile plus fine. De là, par le conduit B, le lait féculent coule sur la table à blanchir C D, où la fécule se dépose. L'eau s'échappe par la vanne E, réglée par le contrepoids F.

Les tables à blanchir se font soit en maçonnerie, soit en tôle: cette dernière disposition est préférable ; à l'extrémité opposée à l'arrivée se trouve une vanne E que l'on relève au moyen du contre-poids F de façon à régulariser la sortie de l'eau ; dans certaines féculeries, au lieu d'une vanne, on dispose une série de réglettes de bois que l'on ajoute successivement.

Un autre procédé de blanchiment créé en ces dernières années, le *procédé Hermitte* (fig. 14) utilise l'action oxydante des composés chlorés obtenus par l'électrolyse du chlorure de magnésium; il en résulte une plus grande blancheur du produit, blancheur qui est d'autant plus accentuée que la matière initiale était plus grise; d'autre part, le chlore intervient par ses propriétés antiseptiques en empêchant toute fermentation; celle-ci se produit en général dans le travail ordinaire et donne aux fécules le goût dit *de terroir* qui en rend souvent, en particulier pour les fécules de l'Oise, la vente assez difficile au tout au moins restreinte à certains emplois tels que la glucoserie à l'exclusion du tissage. A ce point de vue, le procédé Hermitte réalise un progrès, d'autant que les produits chloroxygénés en excès sont facilement éliminés par lavage.

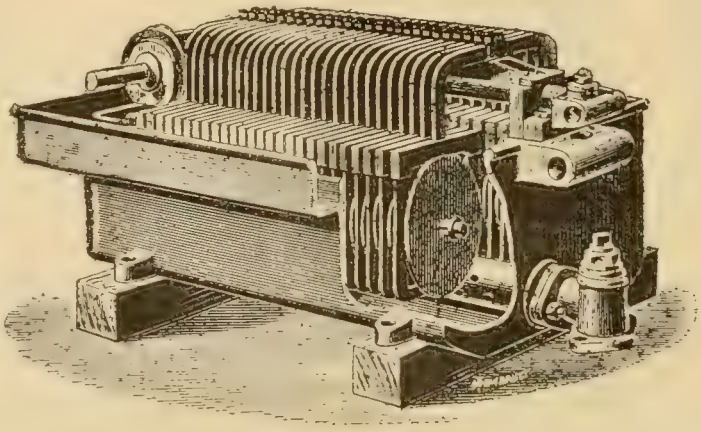


Fig. 14. — *Electrolyseur Hermitte.* — L'appareil consiste en une cuve de fonte galvanisée ayant à sa partie inférieure un tube perforé d'une quantité de trous et muni d'un robinet en zinc par lequel arrive la solution de chlorure à électrolyser. — Le haut de la cuve est muni d'un rebord formant canal par lequel déborde le liquide après passage entre les lames de l'électrolyseur. Celui-ci se compose d'électrodes négatives, disques de zinc tournant lentement, et d'électrodes positives rectangulaires, toiles de platine montées sur cadres en ébonite, placées entre les disques de zinc. Chaque électrode est mise en communication avec le pôle correspondant d'une machine dynamo à courants continus. Le liquide, sortant de l'appareil, riche en chlore ou composés oxychlorés, est employé pour le blanchiment et la conservation de la fécule.

La fécule, sortant de l'appareil ou déposée sur la table à blanchir et débarrassée de l'eau surnageante, peut être livrée directement au commerce sous le nom de *fécule verte* employée par la glucoserie; mais la plupart des féculeries la sèchent. A cet effet, la fécule sortant du *tamis à blanc* A est envoyée sur des tamis à secousses garnis de toiles mouillées; au lieu de la table à blanchir, le dégraissage se fait sur ces châssis; l'épuration est moins bonne, mais suffit en général à l'obtention des types courants tels que celui de l'Oise. La fécule obtenue par le plan à secousses ne renferme plus que 50 à 55 °/₀ d'eau; elle est alors portée aux étuves.

Dans le cas où l'usine dispose de turbines (fig. 15), les plans à secousses sont inutiles : la fécule sortant de l'appareil Hermitte ou de la table à blanchir est délayée dans un malaxeur, puis versée sous forme de lait dans le panier de la turbine. Ces turbines, disposées au rez-de-chaussée sont au nombre de trois; le diamètre du panier est de 0 m. 75; elles tournent à une vitesse de 1.200 à 1.400 par minute, la fécule qui en sort ne renferme pas plus de 35 à 40 °/₀ d'eau.

§ 9. — Etuvage.

La dessiccation de la fécule préalablement essorée se fait de deux manières, suivant la perfection des usines.

Le procédé le plus primitif consiste à jeter la

fécule sur des tablettes garnies de plâtre, disposées à l'intérieur d'une chambre et à allumer au centre de cette chambre un poêle. Deux ou trois évents ménagés dans le plafond permettent la sortie de l'air chargé d'humidité. Naturellement ce système de séchage présente de graves inconvénients, car, en dehors d'un prix de revient assez élevé, — 1 fr. 50 à 1 fr.60 par sac de fécule sèche produite, — les dangers d'incendie sont assez grands; malheureusement ce procédé est encore employé dans beaucoup d'usines des Vosges et de l'Oise.

Un perfectionnement a été apporté au chauffage, diminuant en même temps les chances d'incendie, en substituant au poêle un calorifère chauffé avec des débris de combustible et située à une certaine distance de l'étuve. Le système Michel Perret, qui fonctionne à Cuise-la-Motte, donne de très bons résultats, et réduit la dépense à 1 franc pour 700 kilogrammes de fécule.

Vers 1870 a été imaginée la modification la plus importante dans l'étuvage, modification consistant à employer à la calorisation des étuves la vapeur sous double enveloppe. Les étuves se composent alors d'une série de tablettes formées de deux feuilles de tôle, l'une plane, l'autre courbe, entre lesquelles circule la vapeur, qui entre par une extrémité et sort condensée par l'autre.

Ces tablettes ont, en général, un mètre de largeur et 5 mètres de longueur; elles sont superposées par rangées de 5 ou 7 formant un bâti immuable. Sur la tôle plane on dispose une claie d'osier; sur celle-ci, une toile qui reçoit la fécule verte. On compte habituellement un mètre carré par 16 kilos de fécule provenant de la table à blanc ou du plan à secousses et un mètre par 20 kilos pour la fécule turbinée.

Le séjour de la fécule sur les tablettes est de 8 à 10 heures.

Une usine comportant un travail de 3.000 kilos de pommes de terre à l'heure doit, d'après ce que nous venons de dire, avoir une surface séchante de 350 à 400 mètres carrés; les frais de séchage par la vapeur ainsi employée se chiffrent par 0 fr.70 à 0 fr. 55 par sac de 100 kilos de fécule.

Toutes ces étuves présentent l'inconvénient de laisser stagner la fécule; de plus, l'eau de cette fécule se condense en partie sur les tablettes supérieures, et retombe parfois sur celles du dessous; il en résulte une formation de grumeaux avec production d'une petite quantité de dextrine, due à la chaleur assez forte que donnent les tablettes; ces grumeaux, appelés *tapioca*, sont une cause de refus pour certaines applications, telles que le tissage et les apprêts. Pour remédier à ce défaut des étuves à toile fixe, *Langlois* a appliqué au système d'étuves genre Lacambre et Persac les toiles sans fin et le chauffage à la vapeur (fig. 16); il en fit la première installation à Compiègne à la féculerie Ancel. Son appareil donne d'excellents résultats, mais demande un réglage très soigné,

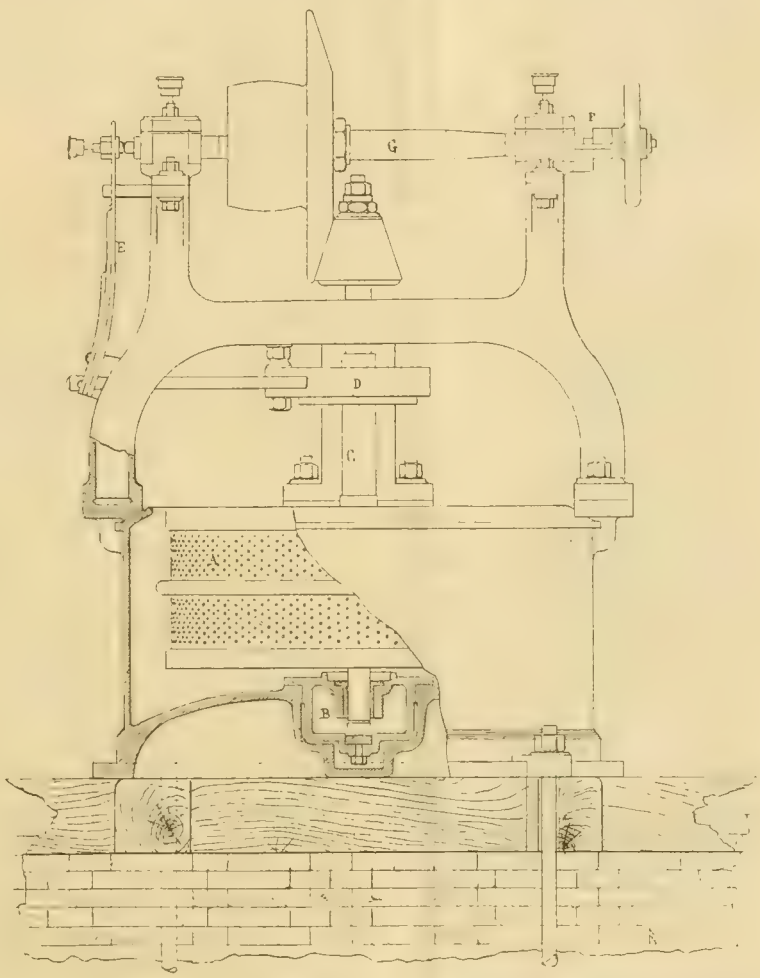


Fig. 15. — *Turbine pour le séchage de la fécule.* — Le lait de fécule est chargé dans le panier A, monté sur l'axe C, qui reçoit son mouvement de la poulie F et de l'axe G par l'intermédiaire d'un cône de friction. Par l'action de la force centrifuge, l'eau traverse la toile et les trous du panier A, tandis que la fécule est retenue à l'intérieur. — D E, appareils de freinage et de régulation. — B, crapaudine.

en même temps qu'une alimentation en fécule à sécher très régulière ; c'est particulièrement dans ce but qu'on y ajoute un *distributeur automatique Ancel*, se composant d'une cuvette horizontale

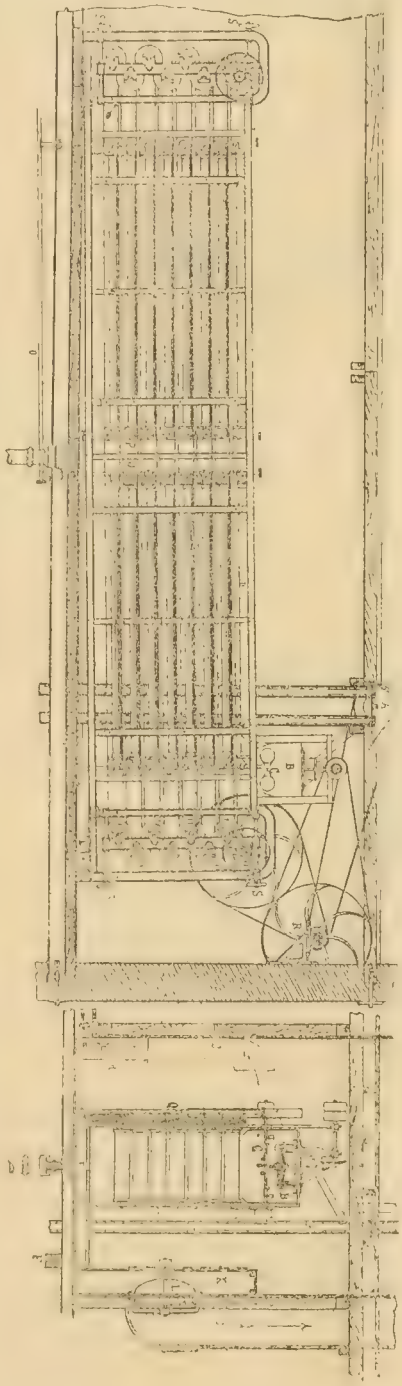


Fig. 16. — *Etuve automatique Langlois avec distributeur automatique Ancel.* — A, arrivée de la fécule ; B, turbine distributrice de la fécule humide sur la toile ; C, palettes rotatives arrêtant la fécule avant la chute sur la toile ; D D, tablettes de vapeur (chauffage par double enveloppe) ; P P, tuyaux d'arrivée de la vapeur ; Q Q, sortie de la vapeur ; S S S S, tendeurs des toiles ; J, arrivée de l'air chauffé par les tuyaux à ailettes (Séc) H ; L, aspirateur à ailettes (Blackmann) ; K, caisse percée de trous répartissant l'aspiration sur toute la largeur ; M, renvoi dans l'atmosphère de l'air chargé d'humidité ; R, poulie de commande des toiles et de la turbine distributrice.

mobile autour de son axe de figure, et dans laquelle vient puiser une noria fixe ; successivement toutes les parties de la cuvette se présentent aux godets de la noria et la fécule est ainsi portée, avec une grande régularité, à l'étuve automatique.

Nous n'entrerons pas dans la description de cette étuve, la figure 16 en faisant suffisamment comprendre le fonctionnement ; disons seulement que la température de la caisse dans laquelle est enfermé le bâti supportant les toiles ne doit pas dépasser 50° C, sous peine de former l'empois. Le tissu des toiles doit être de préférence en coton ; enfin, l'addition d'un ventilateur (Blackmann ou autre), en favorisant l'expulsion de l'air saturé, donne d'excellents résultats.

Voici quelles doivent être les données de construction d'un de ces appareils basé sur un travail de 3.000 kilos de pommes de terre, correspondant à une production maximum de 600 kilos de fécule sèche à 20 °/₀ d'eau.

Toiles de 1 mètre de large parcours.....	125 mètres.
Surface de chauffe.....	200 »
Temps que dure l'étuvage.....	20 à 30 minutes.

Le parcours des toiles ne doit jamais être inférieur à 65 centimètres et la surface de chauffe à 100 mètres. Quant à la dépense, elle peut être évaluée à 70 kilos de vapeur correspondant à 10 kilos de charbon, quantité nécessaire pour évaporer les 20 kilos d'eau que comporte en excès la fécule entrant à 40 °/₀ d'eau environ. Cette vapeur est habituellement fournie par l'échappement de la machine ; au cas où l'on emploie la vapeur directe les frais s'élèvent à 0 fr. 25 par sac de fécule (charbon à 25 francs la tonne).

§ 10. — Produits de qualité inférieure.

Nous avons vu que le produit laiteux sortant des tamis extracteurs et envoyé sur le plan devait, en principe, y abandonner toute sa fécule ; dans la pratique il n'en est pas ainsi : l'eau sortant de ce plan en renferme encore une certaine quantité, mais de qualité inférieure. On envoie cette fécule se déposer à loisir dans de vastes bassins situés hors de la féculerie et dont la capacité doit être d'environ 3 mètres cubes par tonne de tubercules travaillés, soit, comme dimensions, 100 × 100 et 1 mètre de profondeur. Un certain nombre de barrages doivent empêcher la formation de courants, et, à leur sortie, les eaux dites *résiduaires* ne doivent contenir que des traces de fécule.

Ces fécules inférieures ne sont relevées qu'une fois la fabrication principale terminée, c'est-à-dire vers le mois de février ; on y ajoute le produit des dégraissages de cuves et les queues de plans. Le tout est alors passé dans la série des appareils décrits, tamis-épurateurs, cuve à dégraisser, tamis à blanc, table à blanchir ou plans à secousses ; il est alors presque toujours nécessaire de faciliter le dépôt de la fécule par addition de 0,1 °/₀ d'acide sulfurique commercial ; on lave ensuite abondamment à plusieurs reprises. La fécule obtenue, ou *fécule seconde*, est de moins belle qualité et se vend avec un écart sur la fécule type.

Certaines féculeries épurent une seconde fois la fécule première obtenue et en font une *fécule supé-*

rieure destinée aux apprêts et dont la valeur est majorée de 1 franc par sac sur le prix du type habituel courant.

Certains industriels préfèrent aussi ne pas épuiser immédiatement les pulpes résultant d'un premier broyage; après les avoir accumulées en fosse pendant la fabrication, ils laissent s'y développer une fermentation qui a pour effet de briser les cellules restées intactes. Ces pulpes sont alors reprises, rebroyées et traitées comme le produit initial; on obtient ainsi des fécules de *pulpe* ou de *sons* de qualité voisine de celle des fécules secondes.

§ 11. — Sous-produits.

Les sous-produits de la féculerie se réduisent à l'obtention de *pulpes*, parenchyme plus ou moins épuisé, et de *gras* provenant de l'épuration des cuves.

Les pulpes, telles qu'elles sortent des tamis extracteurs ou même des tamis à secousses, renferment en moyenne 85 °/₀ d'eau et 11 à 12 °/₀ de fécule, chiffre qui peut paraître exagéré au premier abord, mais qui est compréhensible si l'on considère que 100 kilogs de pommes de terre donnent 25 à 30 kilogs de pulpe verte; il est facile d'en déduire néanmoins que l'industrie perd ainsi 1/4 à 1/5 du produit utile, et là certainement il y a un progrès à faire.

Ces pulpes vertes sont tantôt repassées au travail (râpage, tamisage, etc.) après une fermentation qui désagrège les cellules; tantôt elles sont pressées et séchées ; ces pulpes sèches renferment alors, non repassées, 60 °/₀ de fécule et 12 à 15 °/₀ d'eau; le chiffre descend à 50, si elles sont traitées à nouveau.

Le dit séchage s'effectue au moyen de tourailles, élémentaires de construction, formées par une toile métallique disposée au-dessus d'un foyer; le produit résultant est vendu à la distillerie de grains ou pour l'alimentation des bestiaux.

Quant aux produits de qualité inférieure ou gras, ils renferment de 55 à 70 °/₀ de fécule et sont utilisés par la distillerie ou la glucoserie. Enfin notons, en passant, que les eaux résiduaires provenant du lavage de la pulpe et de la fécule renforment en dissolution des sels et matières azotées; elles constituent, par conséquent, un excellent engrais lorsqu'il est possible de les utiliser.

§ 12. — Broyage et Blutage.

Dans le but d'éliminer les graines de *tapioca* formées à l'étuve, les fécules sont parfois blutées après séchage; on fait alors précéder cette opération d'un broyage à la pelle ou au rouleau, ou bien on se sert d'appareils spéciaux composés essentiellement de cônes roulant sur une surface plane, puis on blute d'une façon identique en se servant des mêmes bluteries qu'en meunerie. Les mêmes soins doivent y être observés pour éviter les inflammations spontanées; l'air extérieur pour la combustion des lampes est introduit avec précaution, et les produits de cette combustion sont immédiatement éliminés. Malheureusement peu d'usines s'imposent ce surcroît de travail, malgré le faible déchet (1/2 °/₀), qui est compensé largement par des prix plus rémunérateurs.

La fécule, ainsi préparée ou non, est mise en sacs, neufs de préférence; ces sacs sont *gommés* extérieurement (terme consacré) au moyen d'un léger empois fait avec des déchets de fécule, empois que l'on applique au moyen d'une brosse; cette opération a pour but d'empêcher le tamisage de la fécule au travers des mailles de la toile. La fécule ainsi ensachée, quoique portant le nom de *fécule sèche*, renferme environ 20 °/₀ d'eau; les sacs sont vendus à 100 kilos brut pour net, c'est-à-dire que le sac est vendu au prix de la fécule.

IV. — Personnel des féculeries.

Les féculeries, sauf les grandes usines de la Loire, sont presque toujours dirigées chacune par son propriétaire. Le personnel se compose d'un contre-maître, un chauffeur, un étuveur, deux hommes au travail d'usine (cuves, plans), un balayeur et raccommodeur de courroies, trois hommes de cour pour l'alimentation du lavoir. Le salaire varie de 3 à 5 francs par jour, sauf pour l'étuveur qui fait son travail à la tâche, à raison de 0 fr. 30 à 0 fr. 35 par sac de fécule; il est, en général, aidé par trois personnes de sa famille, et son gain journalier peut ainsi atteindre, pour notre usine type (3.000 k.), le chiffre de 21 à 24 francs, soit 2.500 à 3.000 francs pour une campagne de 100 à 120 jours.

Peu d'usines travaillent de nuit; dans ce cas, le personnel est le même par équipe, mais il faut un homme de cour en plus. D'ordinaire, le travail se fait de 5 heures du matin à 10 heures du soir; les têtes de plans sont relevées tous les jours, les queues tous les 3 à 4 jours.

Le personnel est toujours recruté dans la population indigène, et, à ce point de vue, la féculerie intéresse, au plus haut point, les populations rurales; annexée fréquemment à une exploitation agricole, elle fournit du travail aux ouvriers de culture pendant la période de chômage en hiver.

Les institutions de prévoyance sont peu répandues, elles se réduisent aux assurances contre les accidents, assurances payées par les patrons sans retenues, sauf pour les « ouvriers au mois » gagnant plus de 100 francs. Le tarif de prime est

de 1 fr. 50 par hectare pour les propriétaires agricoles et de 1 fr. 05 °/₀ du salaire pour les industriels seuls.

V. — Rendements. — Prix de revient et de vente. — Concurrence étrangère et Législation.

La pomme de terre, livrée à la féculerie, possède en moyenne une richesse féculente de 17 °/₀. En

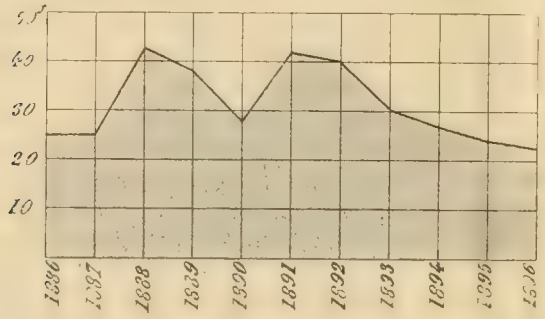


Fig. 17. — *Variation du prix de la fécule en France depuis dix ans.*

égard à la perte de 1/5, que nous avons signalée dans les pulpes, et aux eaux résiduaires, on voit qu'on obtient, en fécule à 20 °/₀ d'eau, ce que la pomme de terre renferme en fécule anhydre. —

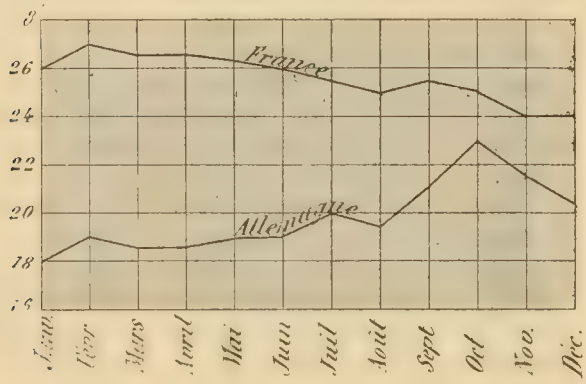


Fig. 18. — *Cours comparatifs de la fécule en France et en Allemagne (année 1891).*

Les dépenses par 1.000 kilos de pommes de terre s'élèvent à :

Pommes de terre 1.000 kilos à 3 fr. 25	32 50
Personnel	1 00
Entretien du matériel	0 60
Intérêt du capital (125.000 fr. à 6 % en 150 jours)	1 00
Combustible 15 k. à 40 francs rendu à l'usine	0 60
Frais généraux (essentiellement variables)	0 30
Transport de 170 kilos de fécule	1 25
Frais imprévus	1 00
	38 33

Soit, comme frais de fabrication, 5 fr. 81 par tonne de pomme de terre, ou 3 fr. 42 par sac de fécule, puisque 588 kilos de pommes de terre à 17 % donnent 500 kilos de fécule à 20 %.

Le cours des fécules premières a notablement varié dans ces dix dernières années, ainsi que le montrent les figures 17 et 18 : jusqu'à 1892 inclusivement, leur valeur n'est descendue qu'accidentellement à 25 fr. les 100 kilos; aujourd'hui le cours est de 22 à 24 fr.; quant aux fécules secondes, elles se vendent avec un écart de 1 à 2 fr. sur le cours de la première, dont le type est établi chaque année par la chambre syndicale de la région (Oise, Vosges, Loire). Cette fécule n'est vendue *en vert*, c'est-à-dire à 48 °/₀ d'eau, que dans le rayon de Paris voisin des glucoseries, au prix de 14 à 15 fr. les 100 kilos.

Les bas produits sont actuellement (1896) payés : les pulpes vertes aux 1.000 kilos 8 à 9 fr.; les pulpes sèches non repassées aux 100 kilos 7 fr., repassées 5 fr.; les graisses séchées à l'air au même prix de 5 fr. et les fécules grises 10 à 11 fr. les 100 kilos. Il en résulte que le bénéfice possible peut s'établir ainsi :

170 kgs fécule à 22 fr.	37 40	40 40
333 kgs pulpe à 9 fr. les 1000 k.	3 00	
Les dépenses ont été trouvées égales		38 33
D'où un bénéfice à la tonne de		2 07

Soit pour 50.000 kgs de pomme de terre 2,07×50=103 f. 50 ou par sac de fécule 2,07 × 0 588 = 1 fr. 21.

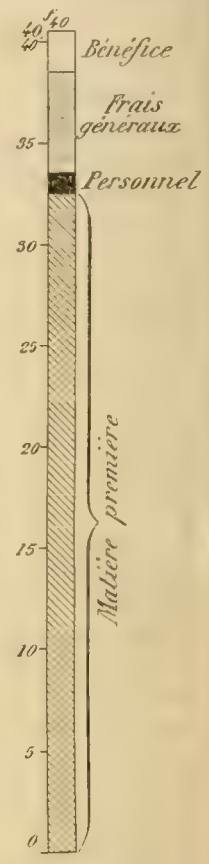


Fig. 19. — *Rapport entre le capital et le travail par tonne de pommes de terre.*

Les figures 19 et 20 traduisent ces résultats en indiquant, par tonne de pommes de terre (fig. 19) et par sac de fécule (fig. 20), les rapports entre la valeur de la matière première, la rémunération du personnel employé, les frais généraux et le bénéfice du patron.

On voit que le bénéfice est donné seulement par la pulpe, dont la vente n'est pas toujours assurée dans les années où il y a production abondante de fourrages (1893); de plus, il faut déduire de ces chiffres : le courtage, qui est de 0 fr. 50 par 100 fr. pour les fécules et de 0 fr. 15 par 100 kilos pour les pulpes vertes ou sèches;

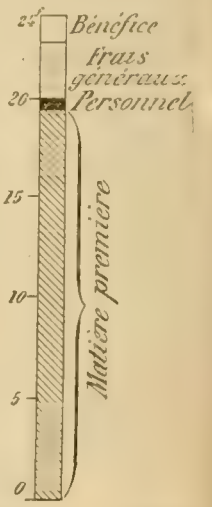


Fig 20. — *Rapport entre le capital et le travail par sac de fécule.*

les transports, lorsque la marchandise est vendue rendue, frais qui sont de 0 fr. 08 à 0 fr. 10 par tonne et par kilomètre pour le chemin de fer et de 0 fr. 02 à 0 fr. 25 pour la batellerie, laquelle n'est actuellement pour l'Oise et la Loire; magasins à Epinal pour la région des Vosges).

La figure 21 montre la distribution de l'industrie féculière en France et son importance relative

Fig. 21. — *Carte indiquant les départements producteurs de fécule en France.*

Départements produisant de 0 à 10.000 sacs.
— — de 10.000 à 30.000 sacs.
Départements produisant de 30.000 à 50.000 sacs.
— — de 50.000 à 100.000 sacs.

utilisable que lorsque les usines sont à proximité de cours d'eau ; enfin, le magasinage ou mise en entrepôt, qui se compte à raison de 0 fr. 08 par 100 kilos et mois de 30 jours, plus 0 fr. 16 pour manutention d'entrée et de sortie, non compris les frais de transport de la féculerie aux dits magasins (Magasins généraux de Paris, seuls existant dans les 21 départements où elle existe. Elle se répartit en 4 groupes :

1° Le *groupe du Nord*, qui s'étend de la région parisienne à tout le nord de la France, comprend : Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Seine, Oise, Seine-Inférieure, Aisne, Pas-de-Calais et Nord. Dans ce groupe, le maximum de la

production a lieu dans l'Oise et en Seine-et-Oise.

2° Le *groupe de l'Ouest*, qui est le moins important, est formé par la Sarthe, l'Indre-et-Loire et le Loir-et-Cher.

3° Le *groupe du Centre* est constitué par Saône-et-Loire, Rhône, Loire, Puy-de-Dôme, Allier, Creuse et Haute-Vienne. Le maximum d'importance est en Saône-et-Loire.

4° Le *groupe de l'Est* comprend Haute-Saône, Vosges, Meurthe-et-Moselle et Meuse. Le département de beaucoup le plus important de ce groupe est celui des Vosges.

En résumé, on voit que la production intense de la fécule est surtout localisée dans 4 départements : Oise, Seine-et-Oise, Saône-et-Loire et Vosges.

Si l'on considère l'ensemble de la production française, — 600.000 sacs de chacun 100 kilos, — on constate que cette production ne suffit pas à la consommation française, laquelle s'élève à 750.000 sacs. La différence, 150.000 sacs, est fournie soit par l'importation étrangère, soit par des produits similaires : amidons de maïs, riz, sagou, salep, etc.

Quant à l'étranger, la féculerie française ne se trouve en concurrence qu'avec l'Allemagne, qui produit 1.500.000 sacs à bien meilleur compte que nous, par suite de sa main-d'œuvre à meilleur marché et surtout de la perfection plus grande du travail. Nous sommes protégés contre elle par un tarif douanier absolument prohibitif datant de 1892, qui frappe d'un droit de 12 fr. par 100 kilos à leur entrée les fécules étrangères. Mais, d'autre part, il est facile de remplacer, surtout en glucoserie qui absorbe *la moitié* de la production, la fécule par les amidons de céréales; or le maïs étranger ne paie à l'entrée qu'un droit de 3 fr. par 100 kilos, et, comme il faut 200 kilos de maïs pour faire un sac d'amidon (qui porte le nom d'*amidine*), cette amidine ne paie en réalité qu'un droit de 3 fr. $\times 2 = 6$ fr., ce qui constitue une prime de $12 - 6 = 6$ fr. en sa faveur.

La *Commission des Douanes* et le Gouvernement s'étaient mis d'accord en mars 1894 pour établir un droit d'*accise* de 4 fr. sur les amidines *allant en glucoserie*, de façon à compenser cet écart; le projet voté par la Chambre, puis par le Sénat, qui y ajoutait les amidons de riz, revenait devant celle-là le 27 novembre 1894; contre toute entente, par suite d'une confusion apportée dans le débat où l'on fit intervenir les céréales indigènes, la solution fut ajournée et la discussion ne revint à l'ordre du jour que le 28 janvier dernier (1896); le projet, enfin voté par la Chambre, fut adopté par le Sénat dans sa séance du 28 mars 1896, et la loi fut promulguée huit jours après [1].

[1] Le texte adopté est le suivant :

Art. 2. — Il sera perçu à l'entrée en glucoserie un droit de 4 francs pour 100 kilos d'amidine sèche, et pour 150 kilos d'amidine verte.

Sont exemptes de ce droit les amidines dont les fabricants justifieront en due forme qu'elles ont été produites avec des blés, des seigles, des orges, etc.

Art. 3. — L'admission temporaire est accordée aux maïs et aux orges employés à la production des glucoses, massés amidés destinés à l'exportation.

Art. 4. — Sont exemptes du droit prévu à l'article 2 les amidines prises en charge dans les glucoseries, dans la huitaine de la promulgation de la loi, et celles provenant de maïs et d'orge dont l'achat dûment justifié remontera à une date antérieure au 15 janvier 1896.

VI. — Rôle de la science dans l'industrie de la féculerie.

La science, qui, aujourd'hui, apporte son concours à toutes les industries, n'a malheureusement encore pénétré dans la féculerie que d'une manière très restreinte. Le rôle qu'elle devrait y jouer est, cependant, double.

Chacun sait que les bénéfices industriels, rapportés au sac ou à l'hectolitre, portent le plus souvent sur des chiffres minimes; la concurrence le veut ainsi. Il y a donc grand intérêt à abaisser, même légèrement, les prix de revient; l'industriel n'y peut parvenir qu'en restreignant, ou même en supprimant les résidus de fabrication; pour qu'il en soit ainsi, un contrôle précis et effectif de *tout* le travail de l'usine est nécessaire, une perte, si minime soit-elle, pouvant être chiffrée au résultat final.

Ce contrôle de la fabrication, l'industrie féculière l'applique-t-elle? Malheureusement non, et nombreux sont encore les industriels persuadés qu'après un double passage à la râpe, la quantité de fécule que renferment les pulpes est négligeable, alors que cette quantité atteint encore 12 à 14 °/₀ de leur poids. C'est ici que l'intervention de la chimie s'impose; il faut une détermination régulière et sérieuse, d'une part, de la matière utile (fécule) entrée avec la pomme de terre, et, d'autre part, des pertes dans les pulpes et les eaux résiduaires; le féculier devrait : d'abord, se rendre compte du travail maximum que le matériel dont il dispose peut lui fournir; ensuite, savoir si ce travail maximum est toujours atteint.

Le microscope, si délaissé et dont l'usage devrait lui être familier, lui rendrait de fréquents services : l'examen du grain de fécule lui révélerait la cause de ses insuccès, décèlerait la maturité incomplète ou les altérations (fig. 22); l'étude d'une préparation microscopique de la pulpe lui en dirait plus sur l'efficacité de son râpage ou de son contre-râpage que toutes les appréciations empiriques que la routine lui a apprises.

Mais, à côté du présent, l'avenir est à envisager aussi : pour qu'une industrie prospère, il ne suffit

pas que les procédés actuels de fabrication soient correctement suivis dans les usines; il faut, de plus, que les méthodes se perfectionnent. Le commerce impose des progrès forcés, sous peine de disparition; c'est encore à la science qu'est dévolu ce second rôle. Les pertes sont grandes en féculerie, nous l'avons constaté : un cinquième du produit utile est perdu dans les pulpes, sinon totalement, du moins pour l'industrie, et encore une partie seulement du produit extrait est-elle de bonne qualité. Combien de desiderata à satisfaire qui ne sont même pas encore mis à l'étude et de questions que la science pourrait trancher !

Si le contrôle reste personnel à chaque usine, les progrès à réaliser sont, nous le répèterons, du ressort des associations; c'est à elles à en prendre l'initiative en subventionnant des techniciens compétents, en organisant des concours pour la solution des questions intéressant l'industrie, en patronnant moralement et pécuniairement des laboratoires spéciaux, ainsi que l'ont si bien compris les industriels allemands. Leur exemple est à suivre, si nous voulons conserver la vitalité à la féculerie française et la faire marcher dans la voie du progrès, voie où elle ne nous semble encore que très insuffisamment engagée.

Fig. 22. — *Examen microscopique d'un échantillon de fécule bise.* — Les gros grains ovales sont des grains arrivés à maturité complète; les petits grains ronds ne sont pas encore mûrs. Quelques grains ont dépassé la maturité et éclaté en morceaux.

La crise qu'elle traverse va très probablement prendre fin, grâce à la protection efficace que vient de lui accorder le Gouvernement; mais il serait à désirer qu'elle ne se contentât pas de profiter *passivement* de ces avantages, et qu'elle imitât l'exemple de l'Allemagne, qui comprend l'industrie d'une façon beaucoup plus juste et possède une vaste association de féculiers qui tient chaque année ses assises à Berlin : là les fabricants apprennent à connaître appareils et procédés nouveaux, en même temps que six conférences leur sont faites pour leur expliquer les bases scientifiques de leur industrie et les mettre au courant des progrès réalisés.

L'Association contribue aux frais d'entretien d'un laboratoire qui fait l'analyse de tous les produits en cours de travail, et se livre à des recherches scientifiques; le directeur visite les usines des adhérents, leur signale les fautes qu'ils ont pu commettre, et leur sert de conseiller précieux dans tous les accidents survenus ; un journal spécial, publié par l'Association, traite des questions qui intéressent la féculerie, fait paraître les travaux exécutés au laboratoire et les rapports sur les procédés ou appareils nouveaux.

L'Association se livre aussi aux essais de nouveaux appareils concernant la culture des pommes de terre ou la fabrication, crée des stations d'essai, vulgarise les nouvelles variétés dont la supériorité est démontrée, cherche enfin à obtenir des tarifs de circulation plus réduits, défend, en somme, le plus efficacement possible les intérêts de l'industrie, — toutes choses qu'il serait bon d'inaugurer ou d'améliorer en France, et desquelles résultent forcément des progrès continus.

Un Syndicat central vient tout récemment de se former dans notre pays; espérons qu'il ne se bornera pas, comme ce n'est encore que son but, à une unification des types de fécule destinée à assurer la cote en bourse; généralisant son action, il donnerait à la féculerie française une nouvelle impulsion, qui nous permettrait de conserver longtemps encore une de nos industries nationales : car il serait profondément regrettable qu'après avoir honoré Parmentier pour l'introduction, si laborieuse, du précieux tubercule, nous fussions aujourd'hui les premiers à en restreindre la culture.

L. Laze,
Ingénieur-chimiste
Chimiste de la Chambre Syndicale
des Féculiers de l'Oise.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

APPAREILS POUR L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES CORPS OPAQUES — RÉFRIGÉRATION PAR CIRCULATION D'AIR SEC

L'examen microscopique des corps qui ne peuvent être amenés à l'état de coupes transparentes nécessite l'emploi d'appareils spéciaux pour éclairer les surfaces examinées.

Ces appareils ont été amenés récemment à une assez grande perfection et, comme ils sont de plus en plus employés, en particulier dans l'étude micrographique des métaux, il a paru utile d'en résumer ici les descriptions.

Quand on emploie de faibles grossissements, la distance entre l'objectif et l'objet examiné est assez grande pour que l'on puisse se contenter de la lumière diffuse; mais, même dans ces conditions, il y a des cas où il est bien préférable d'avoir un éclairage parallèle à l'axe du microscope. Dans le cas des forts grossissements, l'objectif étant presque au contact de l'objet, on est obligé d'envoyer la lumière parallèlement à l'axe et par l'intérieur du microscope, de placer, par suite, l'appareil éclairant au-dessus de l'objectif.

Examinons d'abord le cas des faibles grossissements. On peut tout d'abord concentrer simplement la lumière sur la préparation au moyen d'une lentille ; ce procédé réussit parfaitement pour des grossissements allant jusqu'à cinquante diamètres ; il est possible d'aller un peu plus loin en employant des surfaces réfléchissantes placées très près de l'objectif; on peut signaler, dans ce sens, le dispositif de Sorby : miroir parabolique fixé à la monture de l'objectif et dont le fonctionnement se comprend à la seule inspection de la figure 1.

Le miroir de Lieberkühn est un petit miroir concave M (figure 2), percé d'un trou en son centre et porté par un tube creux en laiton T que l'on monte sur l'objectif ; la lumière envoyée par le miroir ordinaire M_1 du microscope passe autour de l'objet O, se réfléchit sur le miroir M et revient sur la surface supérieure de l'objet. Ce dispositif donne un éclairage peu incliné sur la normale; il s'applique à des grossissements assez forts, mais a l'inconvénient capital de nécessiter l'emploi d'un échantillon assez petit pour que la lumière provenant de M_1 puisse passer autour.

Le miroir percé en son centre peut être monté en dessous de l'objectif, de façon à pouvoir être incliné plus ou moins. Ce dispositif, représenté par la figure 3, ne convient qu'à d'assez faibles grossissements; on le voit souvent appliqué sur les microscopes micrométriques des comparateurs et des bancs à étalonner.

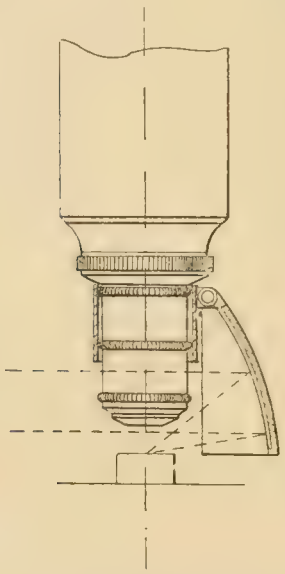


Fig. 1. — *Dispositif de Sorby pour l'éclairement des corps opaques.* Il consiste en un miroir parabolique qui réfléchit les rayons lumineux sur l'objet placé au-dessous de l'objectif du microscope.

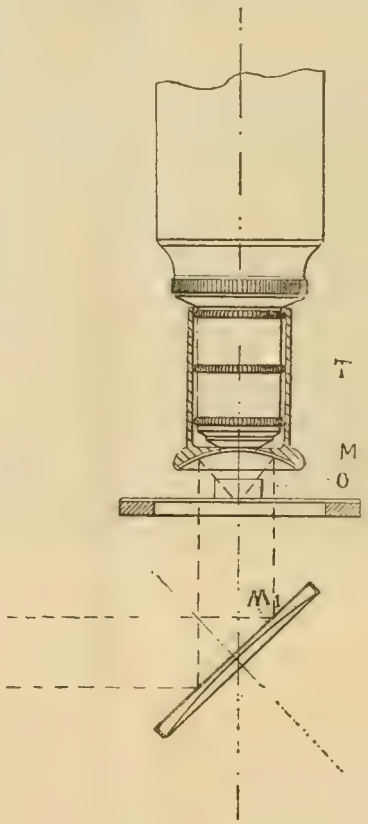


Fig. 2. — *Dispositif de Lieberkuhn pour l'éclairement des corps opaques.* M_1, miroir ordinaire du microscope; M, miroir concave placé à l'extrémité du tube T. Les rayons lumineux se réfléchissent sur M_1, passent autour du corps O, se réfléchissent sur M et viennent éclairer la surface de O.

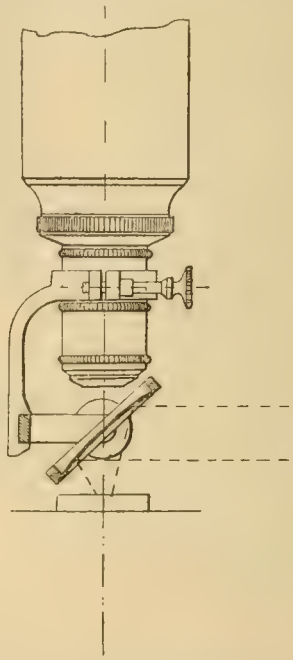


Fig. 3. — *Dispositif de la figure 2 modifié.* — Le miroir, placé au-dessous de l'objectif, est percé en son centre.

M. Nachet construit un prisme qui se monte au-dessous de l'objectif, dont il cache une portion seulement de la surface.

On obtient de très bons résultats en plaçant au-dessous de l'objectif une lame transparente inclinée à 45°. Dans la figure 4, une lame de verre mince L est collée sur une monture M qu'une vis de pression V permet de fixer sur l'objectif. La lumière provenant d'une source quelconque arrive parallèlement à la

platine, se réfléchit sur la lame L, puis sur la face supérieure de l'objet O et pénètre ensuite dans le microscope parallèlement à l'axe à travers la lame L. On n'utilise ainsi qu'une portion de la lumière incidente, mais on a un éclairage parfaitement uniforme et bien parallèle à l'axe du microscope.

Pour les forts grossissements, le dispositif le plus anciennement employé est le « vertical illuminator » de Beck (fig. 5). Cet appareil comprend simplement une petite lame de verre L montée dans l'intérieur du tube du microscope, de façon à pouvoir tourner autour d'un axe perpendiculaire à l'axe de l'instrument. Cette lame sert à réfléchir sur l'objet la lumière qui arrive à travers un diaphragme D et une ouverture O ; la lumière traverse de nouveau l'objectif et la lame L.

M. A. Cornu a trouvé que, pour utiliser le plus de lumière possible, il est préférable d'employer comme miroir un système de quatre glaces minces superposées ; ces quatre glaces G (fig. 6) sont placées à 45° dans une boîte interposée entre le tube du microscope et l'oculaire. Nous avons trouvé commode, pour pouvoir utiliser dans cet appareil la lumière venant dans une direction quelconque, sans incliner le microscope, d'y adjoindre un prisme à réflexion totale, P, monté dans un tube qui peut tourner autour de son axe, lequel est perpendiculaire à celui du microscope. Le prisme P peut alors tourner autour de l'axe du microscope et autour d'un axe perpendiculaire ; il permet donc d'envoyer normalement à l'axe du microscope la lumière venant d'un point quelconque de l'espace.

M. Frémont a décrit en 1895 un dispositif représenté par la figure 8. A l'intérieur du microscope se trouve un tube conique T qui part de la surface de l'objectif sur laquelle il sépare la région centrale de la région périphérique. Sur cette région périphérique tombe la lumière envoyée par un miroir M et un prisme P qui entourent le tube T. Cette lumière traverse l'objectif, se réfléchit sur la surface supérieure de l'objet et revient dans la partie centrale du microscope à travers le tube T. Le but de ce dispositif est d'éviter que la

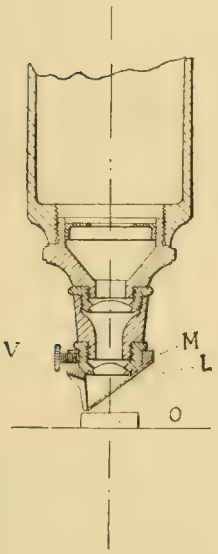


Fig. 4. — *Autre dispositif pour l'éclairement des corps opaques.* — L, lame de verre collée sur la monture M, qui est fixée par la vis V. La lumière se réfléchit sur L, puis sur l'objet O et entre dans le microscope en traversant la lame L.

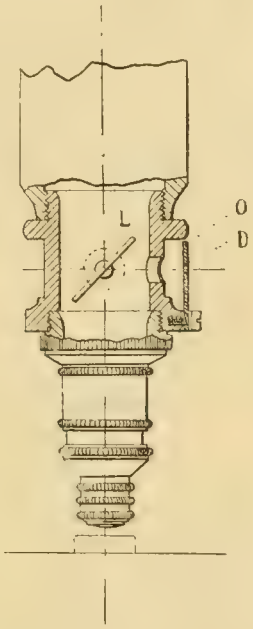


Fig. 5. — *Vertical illuminator de Beck.* — L, lame de verre tournant autour d'un axe. La lumière traverse le diaphragme D, l'ouverture O, se réfléchit sur L, va à l'objet et revient à l'oculaire en traversant la lame L.

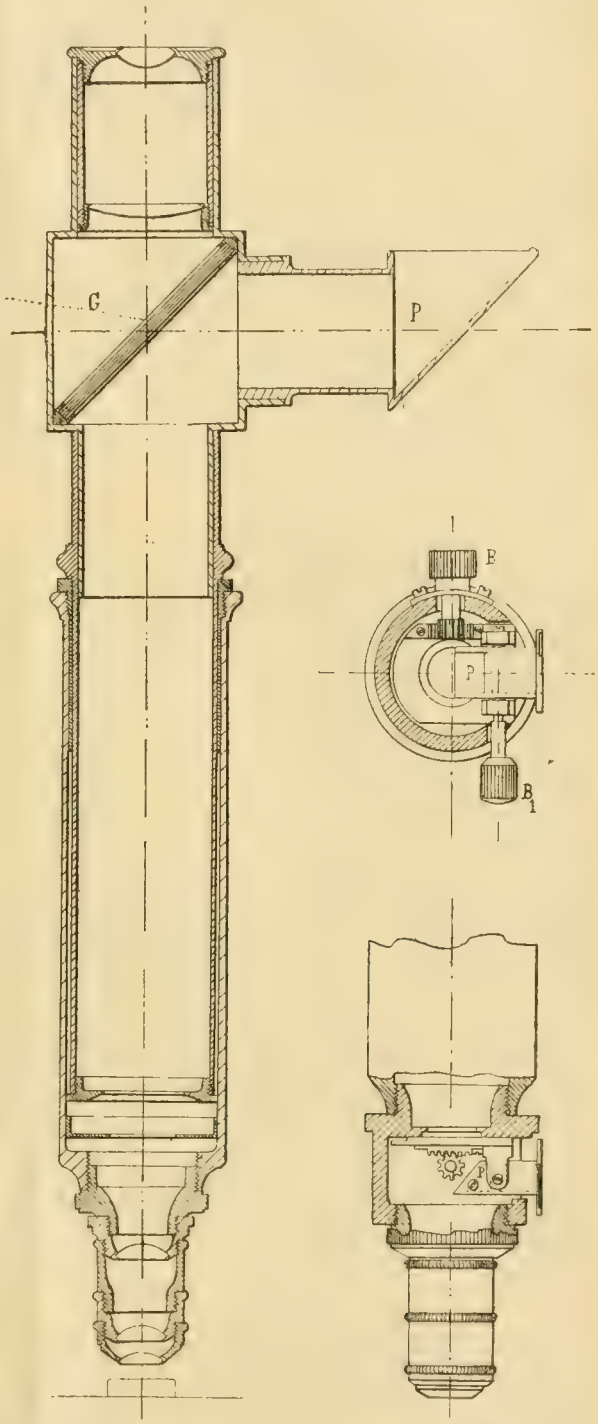


Fig. 6. — *Dispositif de M. Cornu pour l'éclairement des corps opaques.* — La lumière arrive d'un point quelconque sur le prisme à réflexion totale P ; elle est renvoyée sur un système de quatre glaces superposées G, se réfléchit sur l'objet à examiner et revient à l'oculaire en traversant le système des glaces G.

Fig. 7. — *Dispositif Guillemin-Nachet.* — La lumière arrive latéralement et est renvoyée sur l'objet par un prisme à réflexion totale P, mû par les boutons B et B_1.

lumière réfléchie à la surface de l'objectif puisse revenir jusqu'à l'œil ou à la surface de la plaque photographique. Le prisme P dévie le faisceau lumineux incident pour que l'ombre portée par le tube T sur le miroir ne vienne pas dans le champ du microscope.

Enfin le vertical Guillemin-Nachet (fig. 7) est formé

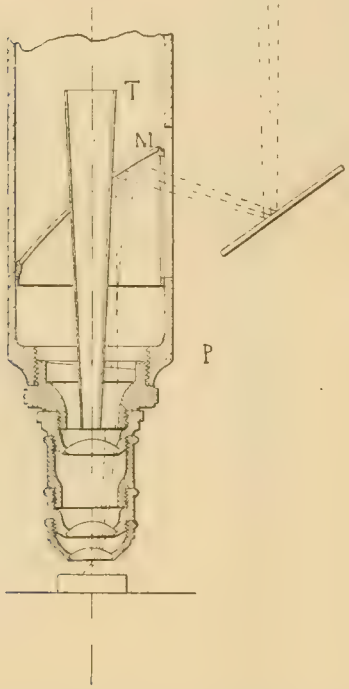


Fig. 8. — *Dispositif de M. Frémont pour l'éclairement des corps opaques.* La lumière réfléchie par le miroir M traverse le prisme P qui l'envoie sur l'objet à examiner; elle revient à l'oculaire par le tube central T.

d'un prisme à réflexion totale P que l'on monte au-dessus de l'objectif. Le bouton B permet, en agissant sur un pignon et une crémaillère, d'avancer et de reculer le prisme par rapport à l'axe; le bouton B_1 permet de le faire tourner autour d'un axe perpendiculaire à celui du microscope; on peut chercher ainsi la position qui donne le meilleur éclairement. C'est avec un dispositif de ce genre que le Pr Martens a pu photographier des coupes de métaux au grossissement de 800 diamètres.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

Au point de vue économique aussi bien qu'à celui de l'hygiène, il est intéressant de signaler les procédés au moyen desquels on peut obtenir la conservation rationnelle des aliments. Les marchandises gâtées, perdues par défaut de soins pratiques employés pour leur conservation, se chiffrent, en effet, chaque année, par un gros capital. De graves maladies sont, en outre, occasionnées par des comestibles mal conservés.

Un mode de conservation des plus simples et des plus efficaces fonctionne depuis quelque temps à Paris dans plusieurs établissements de consommation [1].

Ordinairement, les aliments susceptibles de se gâter sont enfermés le plus hermétiquement possible dans des locaux réfrigérés. Pour produire l'abaissement de la température, on emploie de la glace ou des machines qui produisent de l'air froid; or, la réfrigération à l'aide de la glace présente, dans les conditions où elle se pratique généralement, des inconvénients graves : car la glace, par le dégagement d'humidité qu'elle occasionne, est le plus souvent nuisible à la conservation.

Dans l'air stagnant il est impossible d'obtenir un résultat satisfaisant. La ventilation est également insuffisante, parce qu'elle ne détruit pas complètement l'humidité, qu'elle conduit sans cesse l'air froid vers l'extérieur et, par suite, n'assainit pas.

C'est seulement par une circulation continue de l'air froid que l'on peut sécher et assainir un local dans lequel on obtiendra une conservation certaine et peu coûteuse.

Le problème a été résolu à l'aide d'une disposition spéciale consistant en un double plafond.

Tout le système est basé sur ce simple fait que l'air froid tend à descendre, tandis que l'air chaud, plus léger, monte, attirant après lui le premier (fig. 9).

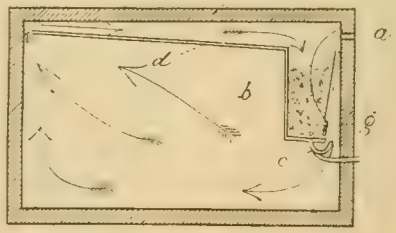


Fig. 9.

Dans un local isolé et bien clos on place un récipient à glace *b*, muni sur le côté d'une grille *g* et ouvert, dans la partie supérieure, d'une petite ouverture *a*, réglée de façon que l'air soit introduit dans l'appareil en quantité convenable et soit obligé de passer sur la glace. L'air refroidi et devenu pesant descend par la grille et pénètre dans la chambre de conservation. La température s'élève graduellement, il remonte, et, grâce à une ouverture, passe au-dessus du double plafond *d* où il se trouve attiré par le froid de la glace vers le récipient *b*.

Il s'y introduit pour continuer de nouveau et indéfiniment son trajet circulaire. La glace s'empare au passage des impuretés de l'air et les conduit au dehors par une gouttière *c*. Grâce à cette circulation continue, les parois de la chambre restent absolument sèches et pures et l'on évite à la fois et des frais d'assèchement et l'emploi de métaux nuisibles. Ajoutons que, toute proportion gardée dans la grandeur des locaux à aménager, la consommation de glace est de beaucoup inférieure à celle que réclament les systèmes employés jusqu'ici.

L'appareil que nous venons de décrire peut être adapté partout. On peut construire des chambres réfrigérantes en pierres ou en bois, fixes ou transportables, en plein air ou dans les maisons, les bateaux, les wagons et pouvant servir de caves ou de glacières.

Emile Thiemann,
Ingénieur.

---

[1] Une installation de ce genre est visible, 8, passage des Petites-Ecuries, à Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Rougier (J.), *Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée de Toulon.* — **Sur quelques sous-groupes de 11e classe du groupe modulaire.** — *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — *Un vol. in-4° de 112 pages. Barthelet et Cie, imprimeurs, 19, rue Venture, Marseille,* 1896.

Soit H une relation entre deux variables complexes x et y, qui fournit une fonction multiforme y de x; tel est, par exemple, le cas pour une relation algébrique. Le point capital dans la théorie est de découvrir la *ramification*, c'est-à-dire la loi suivant laquelle les diverses déterminations de y se substituent les unes aux autres, quand x voyage dans son plan. La ramification s'étudie soit par la méthode abstraite pure (substitutions de Galois et de M. Jordan), soit en employant aussi, pour concrétiser les conceptions, diverses représentations géométriques: déplacements de polyèdres, surfaces à plusieurs feuillets, polygones fondamentaux sur le plan ou sur une surface... (MM. Klein, Poincaré...)

Quand on connaît ou se donne la ramification, on obtient sur la nature de H d'importants renseignements; mais, si on veut construire effectivement H d'après sa ramification, au moins en ce que H a d'essentiel, les théories générales, tout en fournissant des aperçus précieux, sont d'une application très malaisée, dès que la ramification n'est plus tout à fait simple.

Une ramification célèbre est celle de l'équation algébrique $f(J, \tau) = 0$, dite « modulaire », du premier degré en J et du onzième en τ, qui se présente, dans la transformation du onzième ordre d'une fonction elliptique, entre l'invariant J et une fonction uniforme convenablement choisie τ du rapport des périodes.

Après avoir rappelé (pages 1 à 56), d'après M. Klein, les principes de la théorie, M. Rougier se propose d'étudier les types de relations algébriques qui ont la même ramification que la modulaire. Il retrouve les dix types de MM. Klein et Hurwitz par un calcul nouveau, examine les groupes de monodromie, l'isomorphisme, etc., etc.

Quoique l'auteur n'ait pas donné la solution complète du problème qu'il s'était proposé, la thèse montre une grande connaissance de théories nouvelles et difficiles et mérite, par suite, des éloges.

Léon Autonne,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Cantor (*Moritz*). — **Vorlesungen über Geschichte der Mathematik.** — *Dritter Band (vom Jahre 1668 bis zum Jahre 1759). Zweite Abteilung (Die Zeit von 1700 bis 1726).* — *1 vol. in-8° de 220 pages avec 30 figures (Prix : 7 fr. 50), B. G. Teubner, éditeur, Leipzig,* 1896.

Ce second fascicule est consacré à l'histoire des Mathématiques depuis 1700-1726 (mort de Newton); il constitue la section XVII de l'ouvrage entier.

L'auteur examine d'abord les travaux qui se rattachent directement à l'histoire, et signale les éditions des auteurs classiques parmi lesquelles nous voyons figurer les œuvres d'Apollonius publiées par Halley. Il passe ensuite à l'étude des mémoires sur le calcul infinitésimal publiés entre 1700 et 1704. C'est précisément à cette époque que commença la querelle entre les deux illustres rivaux Newton et Leibniz au sujet de la découverte de l'Analyse, querelle qui se prolongea même au delà de la mort du grand philosophe allemand (1715). M. Cantor en fait un exposé très impartial et bien documenté.

Les chapitres suivants sont consacrés aux mémoires parus pendant le premier quart du XVIIIe siècle; ces travaux ont été classés dans l'ordre suivant:

Analyse combinatoire. — Calcul des probabilités. — Séries. — Calcul des différences. — Algèbre. — Différentiation. — Intégration. — Géométrie analytique et projective. — Equations différentielles.

L'*Arithmetica universalis* de Newton fait naturellement l'objet d'un compte rendu détaillé (p. 378-393) dans lequel l'auteur insiste particulièrement sur les passages qui présentent un certain intérêt historique.

H. Fehr,
Privat-docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques.

Lefèvre (Julien), *Professeur à l'École des Sciences et à l'École de Médecine de Nantes.* — **La Spectroscopie. La Spectrométrie.** — *2 vol. in-18 de 188 pages avec 37 figures et 212 pages avec 42 figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire publiée sous la direction de M. H. Léauté, membre de l'Institut. (Prix chacun, broché : 2 fr. 50; cartonné : 3 francs.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs, Paris,* 1896.

La collection des Aide-Mémoire Léauté continue à s'enrichir de volumes intéressants et variés. La *Spectroscopie* de M. Lefèvre et la *Spectrométrie* du même auteur sont au nombre des derniers parus. Dans le premier volume M. Lefèvre expose successivement l'origine du spectre, le mode de formation des divers spectres d'émission métalliques, puis il donne les résultats qu'a fournis l'étude de ces spectres (chapitres I à III). Il passe ensuite aux métalloïdes et aux spectres d'absorption (chapitres IV et V). Un chapitre sur la Spectroscopie céleste donne ensuite les principaux résultats de cette branche de l'Astronomie. Enfin, deux chapitres, consacrés l'un à l'extrémité infrarouge du spectre, l'autre à l'extrémité ultraviolette, terminent le volume.

Dans le second, l'auteur étudie d'abord le prisme et décrit les principaux spectroscopes (chapitres I et II). Dans le chapitre III il traite du calcul des longueurs d'onde au moyen de ces instruments. Le chapitre IV est consacré aux réseaux et le V au réglage des diverses parties du spectroscope. On trouve dans les chapitres VI et VII quelques applications quantitatives et qualitatives de l'analyse spectrale, et la spectrophotométrie proprement dite dans le chapitre VIII. Le chapitre IX, qui termine l'ouvrage, traite des théories imaginées pour rendre compte des raies spectrales, de la dispersion et enfin de l'emploi par M. Michelson de certaines longueurs d'onde comme unité de longueur.

En résumé, le lecteur trouvera dans ces deux petits volumes un abrégé qui comprend les faits importants, et, dans la bibliographie qui leur est adjointe, bon nombre des publications les plus utiles sur ce sujet.

Tranchant (L.), *Directeur en chef de la « Photographie ».* — **La Linotypie ou l'art de décorer photographiquement les étoffes.** — *Une brochure in-16, de 48 pages, de la Bibliothèque photographique. (Prix : 1 fr. 25). Gauthier-Villars et fils, éditeurs, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris,* 1896.

Cette brochure indique les moyens de tirer sur étoffe des épreuves en teintes variées et la méthode à suivre pour préparer soi-même ces étoffes.

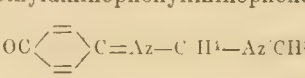
Bayrac (Henri-Pierre), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lille.* — **Sur une nouvelle méthode de préparation des paraquinones au moyen des indophénols.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). 1 *vol. in-8° de* 62 *pages. Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1896.

M. Bayrac a repris l'étude des indophénols, qui n'a encore été l'objet que d'un petit nombre de recherches et a réussi à fonder, sur leur décomposition par l'acide sulfurique, un procédé de préparation nouveau des phènediones (paraquinones) 1,4, qui paraît être d'une grande généralité.

Le travail de M. Bayrac est divisé en trois parties : dans la première il décrit en détail la préparation des phénols qui servent de point de départ à celle des matières colorantes étudiées. Nous y renvoyons les personnes qui ne sont pas familiarisées avec les opérations classiques, mais souvent délicates et capricieuses, de diazotation des amines aromatiques ou de fusion à la potasse des hydrocarbures sulfonés.

L'auteur examine ensuite, dans une seconde partie, la préparation des indophénols proprement dits. On sait que MM. Kœchlin et Witt, à qui l'on doit la découverte de ces corps, les obtenaient, soit en réduisant un mélange de phénol quelconque avec une chloriminophénone 1,4 ou de toute autre amine aromatique modifiée en para. C'est à ce dernier mode de préparation que s'arrête M. Bayrac, en se bornant d'ailleurs à l'emploi de l'amino-diméthylaminophène.

Il vérifie, en passant, l'exactitude de la formule donnée par Möhlau à l'indophénol du phénol ordinaire, qui en fait la diméthylaminophényliminophénone 1,4



$$OC\left\langle\begin{matrix}=\\=\end{matrix}\right\rangle C=Az-C^{\prime}H^{4}-Az(CH^{3})^{2},$$

et en déduit la constitution probable de tous les homologues que l'on obtient en traitant de la même manière les autres phénols : il en décrit dix nouveaux, cristallisables et solubles en bleu violacé dans les réactifs.

Dans la troisième partie de son Mémoire, qui est sans contredit la plus intéressante, M. Bayrac montre que tous les indophénols se dédoublent sous l'action des acides forts, et notamment de l'acide sulfurique, en phènediones et amino-diméthylaminophène.

La réaction n'est autre chose qu'une sorte d'hydrolyse semblable à celle que Möhlau avait déjà constatée sur l'indophénol ordinaire ; M. Bayrac nous apprend que ce mode de dédoublement est général et il en a profité pour préparer plusieurs phènediones nouvelles, entre autres l'éthylphènedione et son dérivé méthylé en para, la méthylpropylphènedione et la méthoéthylphènedione.

Toutes ces diones aromatiques se transforment par réduction en paraphènediols, ainsi qu'on pouvait s'y attendre : l'auteur préfère, pour réaliser ces réductions, le bisulfite de sodium saturé d'acide sulfureux à l'acide sulfureux seul, que l'on emploie d'ordinaire.

En résumé, le travail de M. Bayrac est une revue consciencieuse et une extension des données déjà acquises relativement au mode de préparation et aux caractères généraux des indophénols : il sera utile à consulter par tous les chimistes qui s'intéressent à cette classe de matières colorantes.

L. Maquenne,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

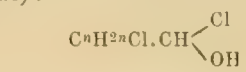
Brochet (A), *Chef des Travaux pratiques à l'Ecole de Physique et Chimie industrielles.* — **Action du chlore sur les alcools de la série grasse.** — *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in-8° de* 110 *pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

La Chimie organique permet de créer un nombre aussi grand que nous le voulons d'individualités chimiques présentant, comme on dit, la même fonction, c'est-à-dire, de corps engendrés suivant une même loi générale, mais avec une variation progressive dans leur composition et susceptibles d'un certain nombre de réactions fondamentales communes. Aussi la Chimie organique est-elle particulièrement puissante pour établir les lois qui président aux combinaisons et décompositions chimiques. C'est qu'en effet, pour saisir la loi d'une réaction, c'est-à-dire une relation entre certaines variables du phénomène, il est nécessaire de pouvoir étudier plusieurs signes, plusieurs manifestations de cette loi. Or, les séries organiques, constituées par un ensemble de types chimiques très voisins, sont particulièrement propres à cet objet.

Le travail de M. Brochet nous apporte une nouvelle démonstration de la vérité précédente. Un grand nombre de chimistes parmi lesquels se trouvent des noms illustres : Thénard, Liebig, Dumas, Malagutti, Lieben, etc., avaient fait agir le chlore sur l'alcool et isolé soigneusement les différents corps formés dans cette action ; mais aucun d'eux n'était encore parvenu, à cause de la complexité particulière de la réaction, à en formuler nettement la marche et à établir l'ordre de succession des différents produits qui prennent naissance.

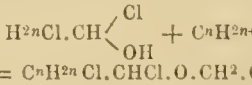
M. Brochet, abandonnant l'alcool ordinaire, s'est attaché à l'action du chlore sur ses homologues, et ce qui devait arriver s'est produit : les réactions fondamentales se sont conservées avec les différents alcools primaires, en même temps que les réactions secondaires allaient s'évanouissant. Il a donc été plus facile de dégager les lois fondamentales et, par leur application à l'alcool ordinaire, d'apporter une théorie plus complète et mieux assise que les théories précédentes.

Tous les alcools primaires, à part l'alcool méthylique, donnent *directement* avec le chlore un dérivé dichloré (ou l'aléhyde monochloré par perte d'acide chlorhydrique) :



$$C^{n}H^{2n}Cl.CH\left\langle\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right.$$

qui se combine par perte d'eau avec l'alcool en excès en donnant un oxyde dichloré dissymétrique :



$$C^{n}H^{2n}Cl.CH\left\langle\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right. + C^{n}H^{2n+1}.CH^{2}OH$$
$$= C^{n}H^{2n}Cl.CHCl.O.CH^{2}.CH^{3} + H^{2}O.$$

La réaction ne souffre aucune exception, toutes les fois que le chlore se trouve en présence d'alcool pur, par conséquent en milieu devenant rapidement acide par la formation d'acide chlorhydrique.

Il est bien curieux de voir que tous les chimistes qui s'étaient occupés de la question, n'avaient pas remarqué le fait important signalé par M. Brochet : La différence de la marche de la réaction suivant qu'on opère en milieu acide ou bien en milieu alcalin neutre ou peu acide. Dans ce second cas, en effet, il n'y a pas formation de dérivés aldéhydiques, mais production de l'éther correspondant à l'alcool employé, par exemple l'acétate d'éthyle avec l'alcool ordinaire.

L'auteur, généralisant cette remarque, l'a utilisée pour la préparation des aldéhydes à partir des alcools ; le rendement en aldéhyde se trouve amélioré, si l'on prend la précaution de rester toujours en milieu acide. Avec l'alcool méthylique, les résultats sont un peu différents. Mais n'est-ce pas là une exception comme en présentent la plupart des premiers termes de chaque série homologue ; l'énergie interne de ces premiers termes ne satisfait pas, en général, la thermochimie le démontre, aux lois de l'homologie et la petite différence d'énergie qui en résulte suffit pour troubler les réactions. Les alcools secondaires fournissent directement avec le chlore des acétones chlorées de formules générales $C^{n}H^{2n+1-x}Cl^{x}.COC.Cl^{3}$, l'alcool initial étant compris dans la formule : $C^{n}H^{2n+1}.CHOH.CH^{3}$.

L'ensemble de ces réactions a fourni à l'auteur un grand nombre de produits : par exemple, avec l'alcool isobutylique, il a pu caractériser, tant en produits de

chloruration directe qu'en produits de décomposition, vingt-quatre corps différents, dont deux seulement étaient des dérivés dichlorés, plusieurs d'entre eux, non encore signalés, sont susceptibles de devenir le point de départ de recherches intéressantes.

Camille MATIGNON,
Maître de Conférences à la Faculté de Lille.

3° Sciences naturelles.

Racovitza (E. G.). — **Le Lobe céphalique et l'Encéphale des Annélides Polychètes** ANATOMIE, MORPHOLOGIE, HISTOLOGIE). — (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. in-8 de* 216 *pages avec fig., et* 5 *planches hors texte.* (*Archives de Zoologie gén., et expér.*, 3e *série, vol.* IV) *G. Steinheil, éditeur, Paris*, 1896.

L'ordre des Polychètes comprend de très nombreuses espèces, variant beaucoup de forme, surtout pour l'extrémité antérieure du corps; M. Racovitza a cherché à établir solidement la morphologie de ce lobe céphalique en étudiant un certain nombre de familles, mais surtout les Amphinomiens, Palmyriens, Maldaniens et Lycoridiens.

Tous les naturalistes admettent que le corps des Polychètes comprend trois régions : le lobe céphalique ou tête, le soma (série des segments), et le pygidium ou segment anal; mais ils ne s'accordent guère sur leur délimitation ou leur valeur morphologique. M. Racovitza discute d'une façon très serrée les opinions de ses devanciers, et adopte celle de Kleinenberg et Meyer : le lobe céphalique, non métamérisé, pourvu de centres nerveux et d'aires sensitives, ne renfermant jamais ni soies ni parapodes, est formé par la région supra-buccale de la larve Trochophore; la série des segments post-buccaux ou soma, correspond à la région moyenne de la Trochophore, avec ses ébauches cœlomiques, la plaque médullaire, les pronéphros, etc.; la bouche est intercalée entre le lobe céphalique et le soma. Il arrive souvent que un ou plusieurs des segments qui suivent immédiatement la bouche soient assez modifiés pour être très différents des autres, comme chez les *Nereis* par exemple, où le premier segment post-buccal porte quatre paires de cirres tentaculaires; mais il est bien certain que ces *segments tentaculaires* sont tout à fait homologues aux suivants puisque chez les Amphinomiens adultes et la plupart des embryons, ils portent des paropodes normaux. Enfin le dernier segment du corps ou pygidium, présentant l'anus et des appendices cirriformes (urites), correspond exactement au pygidium de la larve. M. Racovitza s'élève avec force contre la théorie qui fait de l'Annélide une colonie linéaire d'individus, une sorte de strobile d'Acalèphe; il adopte à peu près la vue lumineuse de Meyer qui attribue une origine purement mécanique à la métamérie des Annélides, vue qui s'appliquera sans doute à bien d'autres animaux métamérisés.

L'épithélium qui revêt le lobe céphalique des Polychètes présente trois aires sensitives, soit diffuses, soit différenciées en organes sensoriels : les palpes et l'épithélium de la face antéro-ventrale du lobe céphalique constituent l'*aire palpaire*; les yeux et les antennes, l'*aire sincipitale*, et enfin les organes nucaux, une *aire nucale*, placée postérieurement. Chez les embryons, l'épithélium de chacune de ces aires croît en profondeur et donne naissance à un centre nerveux qui reste en continuité avec l'épithélium externe, soit directement, soit par l'intermédiaire de nerfs plus ou moins longs : il en résulte que l'encéphale des Polychètes comprend trois masses distinctes, séparées au début, puis étroitement accolées chez l'adulte : une masse antérieure qui donne des nerfs aux palpes (centre stomato-gastrique), une masse médiane en rapport avec les antennes et les yeux, et une masse postérieure qui provient de l'aire nucale. Quelles que soient les variations de forme et de nombre des organes des sens, les rapports des trois masses cérébrales restent toujours les mêmes; chacune de ces masses innerve l'aire sensitive qui lui a donné naissance. Quand il y a des appendices sensoriels bien différenciés, des protubérances ganglionnaires s'ajoutent aux trois masses principales (ganglions optiques, antennaires, etc.); mais ce sont des formations secondaires qui disparaissent lorsque les appendices sensoriels s'atrophient, tandis que les masses centrales persistent toujours.

Un chapitre spécial est consacré aux organes nucaux des Polychètes, encore assez mal connus. Ils se développent sur l'aire épidermique sensitive qui couvre la nuque du lobe céphalique; ils varient beaucoup de forme; tantôt ce sont des surfaces planes garnies de cellules ciliées et de terminaisons nerveuses, tantôt des fossettes plus ou moins profondes, dévaginables ou non. M. Racovitza pense qu'on peut attribuer à ces organes une fonction olfactive, qui semble bien s'accorder avec leur structure spéciale.

M. Racovitza avait pris comme thèse un sujet déjà très étudié, fort difficile, mais il l'a comme renouvelé par sa conception très large et très vraie de ce qu'est la Morphologie, et par ses discussions serrées et originales. Il s'y montre aussi bon histologiste que théoricien clair et solide.

L. CUÉNOT,
Chargé de Cours
à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales.

Gautier (Armand), *de l'Académie des Sciences, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.*— **Les Toxines microbiennes et animales.** — 1 *vol. grand in-8° de* 617 *pages et* 20 *figures* (*Prix : 15 fr.*). *Société d'éditions scientifiques*, 4, *rue Antoine-Dubois, Paris*, 1896.

Il y a quelques années, rendant compte dans cette *Revue* du *Traité de Chimie biologique* (t. III du *Cours de Chimie*) de M. Gautier, je constatais, en premier lieu, que ce livre présente les qualités que l'on peut dire maîtresses des ouvrages de l'auteur, « une vue originale et très personnelle des choses, une rare pénétration d'idées, la largeur des conceptions, un raisonnement ingénieux, une imagination féconde et, tenant à ces qualités mêmes, le particulier agrément de la forme, une exposition à la fois ferme et alerte » (*Revue générale des Sciences*, 1892, p. 28). Pour apprécier l'œuvre nouvelle de M. Gautier dont il s'agit maintenant, je suis obligé de répéter d'abord ces paroles, en remarquant toutefois que, si, en 1892, j'avais été amené à attirer particulièrement l'attention sur l'originalité du livre dont il était question, je dois encore insister davantage aujourd'hui sur cette éminente qualité.

C'est que le fonds même de l'ouvrage appartient en propre à l'auteur. Ce n'est plus ici un traité sur des matières souvent et depuis longtemps étudiées et dans lequel par suite, à côté des idées et des recherches personnelles, quelque nombreuses et importantes qu'elles soient, la part reste nécessairement considérable à faire aux recherches et aux idées d'autrui; c'est un livre comme on n'en écrit plus guère à notre époque de publications fragmentaires, comme en écrivaient les savants du dernier siècle ou de la première partie de ce siècle, plein d'observations et d'expériences poursuivies durant de longues années, riche de méditations approfondies sur les notions positives résultant de ce travail persévérant, et tout pénétré par les grandes conceptions doctrinales tirées de ces notions.

En quoi consiste donc cette œuvre? Tout le monde sait qu'en 1873 Armand Gautier annonça « qu'il se forme, dans la putréfaction des matières azotées d'origine animale, des bases organiques fixes ou volatiles, présentant les plus grandes analogies, par leurs propriétés chimiques et physiologiques, avec les alcaloïdes végétaux. » De son côté, et indépendamment du chimiste français, l'Italien F. Selmi faisait la même découverte. Par leurs travaux ultérieurs, Selmi, Gautier, puis Gautier et Etard et quelques autres établirent définitivement l'existence et la nature de ces corps, auxquels

fut désormais attribué le nom de *ptomaïnes*. Mais ce n'est pas seulement sous l'influence des bactéries de la putréfaction, lors de la destruction des matières protéiques, que se produisent des alcaloïdes; il s'en forme aussi normalement dans les tissus vivants des animaux supérieurs, par suite de leur fonctionnement même; et ainsi les cellules de ces animaux ne se comportent pas autrement, à ce point de vue, que la cellule bactérienne. Par cette nouvelle découverte des *leucomaïnes*, composés analogues aux ptomaïnes, Armand Gautier faisait voir que, quelque grand qu'il fût, l'intérêt chimique de ces bases organiques le cédait encore à leur importance physiologique. Car, du même coup, il entendait démontrer que les êtres supérieurs ont une vie en partie anaérobie; et il n'a cessé depuis de défendre cette idée, soit à l'aide de faits expérimentaux, soit au moyen de calculs ingénieux. Enfin, ce ne sont pas seulement des alcaloïdes qui se forment pendant le fonctionnement des cellules vivantes de tous les organismes, ce sont aussi des composés à fonction chimique moins bien définie, de nature protéique. Ce fait, reconnu d'abord aussi par M. Gautier, est à la fois d'un intérêt chimique égal à celui des précédents et d'une portée biologique plus grande encore, si possible, en raison de son application à la pathologie. L'auteur, en effet, rapprocha ces corps, dont il vit la nature toxique, de ceux qu'il trouva d'autre part dans le venin de serpents, et de ces poisons microbiens, *toxines*, *toxalbumines*, que Bouchard et Charrin allaient bientôt considérer comme étant la cause réelle des troubles caractéristiques des maladies infectieuses; il montra que les toxines proprement dites jouent toutes le rôle d'alcaloïdes faibles et par suite qu'elles ne sont pas sans rapports avec les ptomaïnes; entre tous ces corps, il n'y aurait pas de démarcation absolue, et ainsi, de même que par leur mode de formation et par leur rôle toxique analogue, quoique naturellement d'intensité variable, tous ces composés sont physiologiquement comparables, de même, en vertu de quelques-unes de leurs propriétés, ils ont entre eux des liens de parenté chimique.

On voit comme toutes ces notions se relient étroitement les unes aux autres. Sous les nombreuses et très diverses recherches dont elles sont sorties et dont on trouve l'exposé dans ce livre se découvre donc une pensée directrice profonde, qui fut patiemment poursuivie à travers la multiplicité des faits particuliers et la variété des analyses et qui en constitue l'unité.

Les conséquences apparaissent aujourd'hui dans tout leur éclat. « Les microbes, dit M. Gautier, réagissent sur nous par les matières qu'ils sécrètent. C'est là une vérité actuellement admise à peu près par tout le monde, mais qui n'est pas venue d'emblée et comme tout naturellement à l'esprit. Au moment où Pasteur faisait les mémorables découvertes qui nous ont révélé le monde nouveau des microbes et qui nous ont appris à cultiver, sélectionner, atténuer ces agents, à les transformer en vaccins, l'illustre savant émettait diverses hypothèses pour essayer d'expliquer la surprenante activité des bactéries pathogènes... En 1874, mes premières recherches sur les produits de l'altération des albuminoïdes par les microbes anaérobies établirent définitivement que la vénénosité des cultures bactériennes et des extraits de cadavres putréfiés tient, en partie du moins, à de vrais poisons chimiques, à ces alcaloïdes putréfactifs que sécrètent les microbes anaérobies... En 1881 et 1883, généralisant ces premières recherches, j'examinai les matières extractives de l'organisme, la salive, les urines, les ferments, les venins, et j'observai que les cellules de nos tissus peuvent aussi produire, même à l'état normal, des matières toxiques plus ou moins analogues aux ptomaïnes.

En 1874, déjà, sans faire de ces substances extractives ou de ces ferments un examen plus approfondi, je les avais comparés aux venins de serpents. Plus tard, étudiant ces venins eux-mêmes, je faisais remarquer qu'ils ne doivent pas leur principale activité à des alcaloïdes, mais bien à des principes azotés encore mal définis, analogues à ceux que l'on trouve dans les extraits incristallisables des urines et de la plupart des sécrétions normales. Ces poisons, sécrétés par les microbes, par les glandes, par les animaux venimeux, par les cellules de nos tissus, qu'ils soient alcaloïdiques ou non, étaient pour moi, dès cette époque, les agents chimiques grâce auxquels se produisent les troubles fonctionnels et se généralise l'état morbide » (p. 302-305).

Parmi ces conséquences, il me semble que deux surtout sont à signaler pour leur haute portée et pour leur nouveauté.

Beaucoup de ses recherches sur les poisons formés dans nos organes ou par les microbes ont conduit M. Gautier à penser que toutes les maladies infectieuses ne sont pas nécessairement et par cela même microbiennes. En ce qui concerne les accidents presque toujours mortels qui suivent l'inoculation d'une petite quantité de venin de serpent, il ne peut être question d'un virus vivant; la maladie n'en a pas moins les caractères de l'infection. N'en serait-il pas de même pour la rage dont on a cherché si vainement l'organisme, peut-être aussi pour la syphilis et pour d'autres infections encore? Actuellement, la conception de la maladie contagieuse due à un micro-organisme spécifique et vivant, constitue en quelque sorte un dogme médical. Mais en médecine aussi il convient, modifiant quelque peu la parole du philosophe, de se demander de temps en temps si les dogmes ne finissent pas. « Un virus ne contient pas nécessairement un microbe... Les virus sans microbes définis, tels que ceux de la rage et de la syphilis, paraissent agir par leurs diastases toxiques, *et se reproduire au sein de l'économie vivante* » (p. 366-367).

Si, dans un avenir plus ou moins rapproché, les pathologistes arrivent à distinguer, à côté des maladies contagieuses, produites par le développement d'un micro-organisme, une autre classe de maladies, tout à fait analogues à celles-ci par leurs caractères, mais dues à l'action de substances semblables aux venins, sortes de « toxines-ferments », ils ne feront qu'emprunter cette notion à M. Gautier.

D'autre part, il importe de remarquer que cette idée, si importante au point de vue de la pathologie générale, provient sans doute d'une conception biologique très hardie, à savoir que les ferments dits solubles et beaucoup de toxines doivent être considérés comme encore doués d'organisation. « L'organisation propre à la vie ne paraît pas comporter nécessairement des organismes figurés, cellules, microbes ou protoplasmas granuleux. Les ferments dits solubles eux-mêmes (et la plupart des toxines proprement dites entrent dans cette classe) me semblent doués d'organisation, et je crois que c'est en vain qu'on cherchera, comme facteurs premiers de certaines maladies infectieuses, le microbe initial qui les aurait fait naître » (p. VI). Et ailleurs on lit : « Nous pensons que les ferments, sans être à proprement parler des êtres vivants, sont déjà doués d'une organisation qui se rapproche singulièrement de celle de la trame du protoplasma de la cellule dont ils dérivent » (p. 345). De là les tentatives si intéressantes de l'auteur pour montrer expérimentalement que les ferments ont la propriété d'*assimiler* et celle de *se reproduire*, propriétés que l'on tient pour caractéristiques de la matière vivante. C'est pour cela aussi qu'il insiste avec tant de raison sur le mode d'action des toxines, leur étonnante activité, disproportionnée, tout comme celle des ferments, à leur masse, la persistance de leurs effets, même après qu'ils ont disparu de l'organisme, l'influence de la réaction du milieu sur leur activité, etc. Ne serait-il pas curieux, à ce sujet, de rappeler les idées des anciens chimistes sur les corps *semi-organisés*? Ne semble-t-il pas qu'il y ait réellement des substances qui, provenant d'êtres vivants, résultant de la vie même

de ces êtres, emportent et gardent, issue d'eux, la marque agissante de leur origine? Elles témoignent en effet celle-ci par quelques-unes de leurs propriétés ou quelques-unes de leurs actions, si bien qu'on peut se demander si elles ne participent pas encore à la vie, puisqu'elles paraissent manifester encore un peu de ce que la matière vivante a d'essentiel, de spécifique.

C'est là seulement ce qu'il y a de plus général dans ce livre et c'en est le fonds principal. Mais autour et à côté de ces idées maîtresses se rangent une foule de données positives et de notions importantes.

L'ouvrage s'ouvre sur un historique critique excellent de la découverte des ptomaïnes et des leucomaïnes et sur l'exposé précis de la signification de cette découverte. Ici prend naturellement place la théorie physiologique, si grosse de conséquences, à laquelle M. Gautier a attaché son nom, et qui mériterait une discussion approfondie. La *Revue* a déjà eu l'occasion de signaler l'intérêt capital de cette théorie, due tout entière aux travaux de M. Gautier, concernant la vie en partie anaérobie du protoplasma cellulaire, chez les animaux (*Revue générale des Sc.*, 1892, p. 29, et 1894, p. 833). « Les animaux produisent nécessairement, régulièrement, des alcaloïdes dans leurs tissus, par le simple jeu de la vie et du fonctionnement normal » (p. 23). « Les leucomaïnes sont les principes basiques que produit normalement l'économie animale » (p. 195). Il est clair que la découverte de ces corps conduisait tout droit à l'idée doctrinale dont il s'agit. Mais combien cette idée était éloignée des notions alors admises sur le rôle des oxydations dans les phénomènes chimiques qui se passent dans les tissus vivants! Cela est si vrai que, même dans ce livre, M. Gautier peut encore écrire : « Quant à ma conception du fonctionnement anaérobie des tissus animaux, dont la formation des leucomaïnes est la conséquence, cette sorte de paradoxe apparent n'entre encore aujourd'hui que difficilement dans les esprits » (p. 28-29). Il a donc fallu à l'auteur un pénétrant effort de pensée pour se débarrasser lui-même de toutes les idées régnantes sur la nature des échanges matériels dont les tissus animaux sont le siège, et pour arriver à cette conception.

Les chapitres suivants sont consacrés à l'étude minutieuse des ptomaïnes, caractères généraux (l'auteur met spécialement en lumière ce fait que les ptomaïnes ne possèdent pas et ne peuvent posséder de réactions absolument spécifiques), procédés de préparation (on trouvera là bon nombre de documents chimiques originaux), classification, description chimique de chacune d'elles (parmi le grand nombre de corps ainsi décrits se trouve naturellement la dihydrocollidine $C^8H^{13}Az$, la première base hydropyridique connue, découverte par MM. Gautier et Etard; plus loin, l'auteur accepte, peut-être un peu facilement, l'existence de diverses ptomaïnes que l'on aurait extraites de plusieurs urines pathologiques), action physiologique, quelquefois trop sommairement indiquée.

La deuxième partie de l'ouvrage traite des leucomaïnes, origine et nature, définition, classification, procédés d'extraction, constitution; toute cette partie est, comme bien on pense, remplie de renseignements et de données propres à l'auteur; la classification qu'il présente de ces corps n'est pas moins intéressante au point de vue physiologique que pour les chimistes; on peut en dire autant des relations qu'il établit entre les uréides et les bases créatiniques.

Dans la troisième partie, il s'agit des toxines. « On doit comprendre sous cette dénomination l'ensemble des substances organiques, à caractères chimiques mal déterminés, qui n'agissent le plus souvent sur l'économie qu'après un certain temps, à la suite d'une sorte d'incubation, et qui sont aptes à provoquer dans l'organisme des modifications profondes, plus ou moins durables, de la nutrition et de la santé » (p. 302). Cependant il est possible d'indiquer avec plus de précision la nature de ces corps : « Il convient, dès à présent, de distinguer parmi les substances produites par les microbes, ou qui naissent du fonctionnement des cellules animales, d'une part, les *ptomaïnes et leucomaïnes*, principes à fonctions basiques bien définies, aptes à former des sels cristallisables; de l'autre, les *toxines proprement dites*, que nous nous bornerons pour le moment à séparer des matières précédentes par ces deux caractères négatifs qu'elles ne paraissent pas généralement douées de propriétés alcaloïdiques franches, et qu'elles ne semblent pas être constituées par des principes uniques et définis : ce sont presque toujours des mélanges complexes formés surtout des dérivés les plus prochains des albuminoïdes ou des nucléo-albumines » (p. 311-312). M. Gautier s'efforce encore de distinguer avec plus de netteté les toxines; il y a là des pages que tout le monde tiendra à lire sur les fonctions chimiques des toxines, sur leur analogie avec les venins, avec les enzymes; la portée de la conclusion n'échappera à personne : « Ainsi, entre les toxines proprement dites et les ptomaïnes, la démarcation absolue qu'on a voulu tracer n'existe pas : on passe d'autant plus facilement et insensiblement des unes aux autres que les corps albuminoïdes ordinaires peuvent être regardés eux-mêmes comme des alcaloïdes très faibles...

Ces toxines albuminoïdes et diastasiques, presque toutes douées de fonctions basiques, qui passent insensiblement aux ptomaïnes, représentent donc simplement quelques-unes des formes chimiques plus complexes, souvent incomplètement interprétées, sous lesquelles la matière, pétrie et modifiée par les microbes pathogènes, se charge de puissance et de vénénosité » (p. 329-330). Les pages relatives au mode d'action des toxines, dans lesquelles celles-ci sont rapprochées des ferments, n'intéresseront pas moins.

Dans les chapitres suivants et jusqu'à la fin de l'ouvrage, l'auteur décrit les différentes toxines connues, végétales et animales, et les antitoxines, les ferments digestifs à action toxique, les sucs glandulaires, les venins, venins de Serpents, de Poissons, d'Hyménoptères, etc., les sangs venimeux et enfin les toxines des maladies virulentes. — Très habilement, mais pour des raisons profondes, il rattache au fond même de son sujet les expériences et les conceptions de Brown-Séquard sur les « glandes à sécrétion interne ». C'est qu'en effet les extraits de glandes ont, en général, des actions physiologiques et toxiques énergiques. « L'économie, écrit M. Gautier (p. 608), sécrète des poisons et des ferments; pourquoi ceux-ci, comme ceux-là, n'agiraient-ils pas sur les divers organes, par l'entremise des humeurs, pour créer en eux une excitation, une modification nutritive plus ou moins durable? La glande testiculaire est de celles qui paraissent se comporter ainsi. Brown-Séquard montra l'influence de ses extraits sur la nutrition, et, généralisant aussitôt, il eut la hardiesse de penser que les glandes closes fournissent à l'économie l'un ou l'autre des ferments qui, directement ou indirectement, contribuent à l'assimilation et à la nutrition générale. L'expérience a donné raison à cette conception puissante; nous connaissons aujourd'hui, en partie du moins, les ferments issus de ces glandes et l'influence qu'ils exercent pour régulariser les fonctions générales, créant ainsi entre les organes une symbiose dont le mécanisme était resté jusque-là tout à fait ignoré. »

Sans doute, au cours de ce long travail, on pourrait relever çà et là quelques erreurs de détail, par exemple quelques indications, surtout d'ordre physiologique, inexactes. Mais qu'est-ce que cette critique « regratteuse » enlèverait à la valeur de ce livre, où sont réunis et solidement classés tant de documents originaux, et où la force de la pensée généralisatrice le dispute à la féconde abondance des idées?

Dr E. Gley,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Novembre 1896.

M. le Ministre de l'Instruction publique approuve l'élection de M. **Michel-Lévy** dans la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Perrotin** communique un nouveau système d'éléments de la comète Giacobini; cette comète est bien périodique et elle appartient au groupe si intéressant des astres qui, retenus dans le système solaire par l'action de Jupiter, peuvent en être chassés sous l'influence de la même cause. — M. **H. Poincaré** montre comment la théorie des solutions périodiques peut, dans certains cas, se rattacher au principe de moindre action. — M. **F. Marotte** montre qu'à tout domaine singulier (point ou courbe) d'une équation linéaire aux dérivées partielles du premier ordre est attaché un groupe, fini ou infini, dont les invariants différentiels déterminent complètement la forme analytique des intégrales au voisinage du domaine singulier. — M. **E. Cotton** indique une nouvelle classification des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables; cette classification s'établit par la considération de deux expressions H et K analogues aux expressions h et k introduites par M. Darboux. — M. **Raoul Bricard** communique plusieurs théorèmes sur des déplacements remarquables : généralisation des modes de déplacement indiqués par MM. Darboux et Mannheim.

2° Sciences physiques. — M. **Mascart** indique les premiers résultats des ascensions de ballons montés et de ballons libres faites à Paris, Berlin, Vienne, Saint-Pétersbourg, Strasbourg, Munich, Varsovie, dans la nuit du 13 au 14 novembre, suivant les décisions récentes de la Conférence météorologique internationale. — MM. **G. Hermite** et **G. Besançon** donnent des renseignements particuliers sur l'ascension du ballon-sonde lancé à Paris, et qui est retombé près de Dinant. Le diagramme constate que le ballon est parvenu à 15.000 m.; la température minima a été de — 60°. — MM. **Crova** et **Houdaille** communiquent les déterminations actinométriques qu'ils ont faites cet été au Mont-Blanc. Les conditions des observations ont été assez défavorables; la valeur trouvée de la constante solaire (2cal 90) diffère peu du chiffre admis jusqu'à présent; toutefois, les auteurs pensent que cette valeur est encore trop faible. — M. **G. Darzens** considère une nouvelle fonction qu'il désigne sous le nom d'entropie moléculaire et dont il donne les principales propriétés. — M. **L. Holtz** adresse une note intitulée : Le microphone et la découverte des sources. — M. **Th. Schloesing** a déterminé le titre en acide nitrique des eaux de la Seine et de l'Yonne pendant la crue de novembre 1896 et l'a trouvé bien supérieur au chiffre obtenu par Boussingault pour la grande crue de 1876. Il en trouve l'explication dans les conditions climatériques qui ont précédé les crues. En 1876, les mois précédents avaient été pluvieux et les eaux avaient entraîné la plus grande partie des nitrates avant la crue; en 1896, les pluies moins considérables n'avaient fait qu'imbiber la terre et dissoudre les nitrates, qui furent entraînés au moment de la crue. — M. **V. Thomas** montre que le bromure ferreux en solution aqueuse absorbe le bioxyde d'azote d'après la loi de M. Gay. — M. **Levat** a fait des essais de trempe de l'acier à l'acide phénique; les aciers obtenus sont meilleurs que ceux trempés à l'eau. — M. **L. Perdrix** a étudié l'action du permanganate de potasse sur les alcools polyatomiques et leurs dérivés, en solution fortement acide et à chaud. La réaction est de la forme :

$$C^{\alpha}H^{\beta}O^{\gamma} + nO = aCO^2 + b\,CH^2O^2 + CH^2\,O.$$

Il n'y a que de rares exceptions. — M. **C. Tanret** a observé que, si l'on cultive l'*Aspergillus niger* dans un liquide renfermant une proportion plus forte de nitrate d'ammoniaque que le liquide de Raulin, le mycélium se développe énormément, mais sans sporuler; en même temps, de l'acide nitrique libre apparaît dans le liquide de culture, et de l'amidon se forme dans le tissu du champignon. — M. **Lechappe** adresse une note sur un procédé pratique de production de l'acétylène.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier** donne la description des lymphatiques de la villosité centrale chez le rat et le lapin. — M. **Lemoine** a appliqué la radiophotographie à l'étude du squelette des animaux de l'époque actuelle. Dans les photographies qu'il présente, tous les détails de la conformation intérieure des os se trouvent mis en évidence avec la plus grande netteté. — M. **Bernard Renault**, ayant étudié un grand nombre de houilles offrant de faibles indices d'organisation et ne présentant aucune fissure ayant permis à des microorganismes de s'y introduire accidentellement, y a trouvé des quantités considérables de Microcoques et de Bacilles fossiles. — M. **A. Lacroix** communique ses recherches sur les minéraux qui se sont formés par l'action de l'eau de mer sur les scories des mines de plomb du Laurium (laurionite, penfieldite, fieldérite, phosgénite, cérusite, anglésite, matlockite et hydrocérusite). — M. **J. Blayac** présente ses recherches sur le Crétacé de la vallée de l'Oued Cherf (province de Constantine). En résumé, le Crétacé inférieur du Cherf présente au nord le *faciès vaseux* à faunes pyriteuses semblables à celles de la région delphino-provençale, et au sud le *faciès récifal* qui est surtout très accusé dans l'Aptien.

Séance du 7 Décembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Deslandres** communique les observations de l'éclipse totale de Soleil du 9 août 1896, faites par lui dans l'île de Yésô (Japon). Ces observations confirment la loi suivante, déjà indiquée : Les variations périodiques des taches, qui sont suivies par les protubérances, s'étendent aussi à la couronne et, donc, à l'atmosphère solaire tout entière. — M. **Leveau** offre un exemplaire de ses *Tables de Vesta* et compare les observations de cette planète faites en 1895 à différents observatoires avec les positions déduites de ses calculs. — Etant données les droites de courbure d'une surface et seulement celles de l'une des nappes de sa développée, M. **A. Mannheim** montre quels sont les éléments de la deuxième nappe que l'on peut arriver à connaître par la considération du paraboloïde des huit droites. — M. **Le Roy**, en étudiant le problème de Dirichlet, est arrivé à considérer certaines fonctions harmoniques fondamentales attachées à une surface fermée dont il donne l'expression. — M. **Maurice d'Ocagne** donne la solution des équations représentables par trois systèmes linéaires de points cotés; il considère les deux cas où les droites portant ces trois systèmes sont convergentes ou ne le sont pas. — M. **L. Mirinny** adresse un mémoire intitulé : Modification d'un principe fondamental relatif aux quantités imaginaires.

2° Sciences physiques. — MM. **A. Pérot** et **C. Fabry** indiquent la façon dont ils construisent les lames qui

leur servent d'étalons dans leur procédé de mesure optique des petites épaisseurs. — M. E. Villari répond aux remarques, formulées précédemment par M. Branly, sur la propriété des flammes et des étincelles de décharger les conducteurs électrisés par le moyen des gaz. — M. J. Niffre adresse une note sur un compresseur d'air à deux cylindres. — MM. Ch. Bouchard et Desgrez ont analysé le gaz qui s'échappe des eaux silicatées de Bagnoles-de-l'Orne. Ce gaz renferme, en volume : acide carbonique, 5,0; azote, 90,5; argon, 4,5; hélium (traces). — M. Guntz a calculé la chaleur de formation de l'azoture de lithium d'après sa chaleur de dissolution dans l'eau; pour mesurer celle-ci, il faut tenir compte des corps étrangers que renferme l'azoture de lithium, car il ne peut être préparé absolument pur. La moyenne des chaleurs de dissolution est + 131 cal, 1, d'où l'on déduit, pour la chaleur de formation de Li^3Az solide + 49 cal,5. — M. René Metzner donne les chaleurs de saturation de l'acide sélénique par la soude, la potasse, la baryte, l'oxyde de plomb, l'oxyde d'argent, ainsi que les chaleurs de formation des hydrates d'acide sélénique. Si l'on compare les nombres obtenus à ceux qui leur correspondent pour l'acide sulfurique, on voit qu'ils sont tous plus faibles, sauf les chaleurs d'hydratation. — M. L. Campredon communique ses expériences comparatives sur les deux procédés actuellement usités pour le dosage de phosphore dans les cendres de houille et de coke. L'attaque par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, même prolongée, est insuffisante pour dissoudre la totalité des phosphates des cendres. Pour obtenir des résultats précis, il faut opérer par fusion avec les carbonatés alcalins et précipiter le phosphore par la liqueur molybdique. — M. A. Hollard indique le procédé qu'il emploie pour analyser rapidement et avec une extrême exactitude le cuivre industriel; ce procédé est basé sur l'électrolyse d'un poids donné de métal en solution nitro-sulfurique. — M. Marius Otto étudie les phénomènes de phosphorescence qui se produisent au contact de l'ozone et de l'eau. Il établit que cette phosphorescence est due à la présence dans l'eau de matières organiques d'origine animale ou végétale, et que la plupart des matières organiques sont susceptibles de donner cette phosphorescence. — M. F. Landolph adresse un mémoire sur l'analyse optique des urines et le dosage exact des protéides, des glucosides et des matières saccharoïdes non fermentescibles. — M. Balland a analysé le nouveau pain de guerre que l'on vient de substituer, dans l'armée, au biscuit de troupe; il est fabriqué avec de la levure tendre, de l'eau, du sel et de la levure fraîche. Il est moins azoté que le pain de munition, mais l'azote que le soldat perd avec le pain de guerre lui est restitué par l'augmentation de la ration de viande fraîche en campagne.

3° Sciences naturelles. — M. Ch. Bouchard a étudié la pleurésie chez l'homme à l'aide des rayons Röntgen; il a reconnu que le côté du thorax occupé par le liquide pleurétique présente une teinte sombre qui contraste avec l'aspect clair du côté sain; de plus, le médiastin, qui n'est pas apparent à l'état normal, porte une ombre à gauche de la colonne vertébrale. L'exploration par les rayons Röntgen est donc appelée à rendre des services à la Médecine autant qu'à la Chirurgie. — MM. Simon Duplay et Savoire déduisent de leurs observations que la toxicité des urines des malades atteints de cancer proprement dit, c'est-à-dire de cancers épithéliaux, est aussi peu démontrée que la présence, dans ces urines, d'une toxine spéciale. Dans un cas unique de sarcome, les auteurs ont trouvé, dans l'urine de la malade, des alcaloïdes et une ptomaïne douée de propriétés convulsivantes. — M. L. Ranvier étudie le système lymphatique de la grenouille. Il montre que les vaisseaux lymphatiques, mis en contact, peuvent s'ouvrir les uns dans les autres, pour donner naissance à des canaux ou des ampoules de grandes dimensions; lorsque cette confluence se produit sur une grande échelle, il se forme les vastes cavités qu'on appelle sacs lymphatiques. — M. Paul Gibier indique une nouvelle méthode pour recueillir le venin de serpents vivants et rendre la prise de l'animal inoffensive. — La recherche médico-légale de l'oxyde de carbone dans le sang se fait généralement avec le spectroscope, qui donne souvent des indications incertaines. M. N Gréhant conseille de contrôler les résultats obtenus par l'emploi de son grisoumètre et il indique la technique du procédé à suivre. — M. Auguste Michel étudie l'origine du bourgeon de régénération caudale chez les Annélides; cette régénération est pour la plus grande partie, sinon uniquement, d'origine ectodermique. — M. E. Roze étudie la maladie de la pomme de terre due au Rhizoctone. Le mycélium de ce champignon est formé de filaments noirâtres qui se condensent en certains points sous forme de corpuscules (sclérotes) qui adhèrent à la surface épidermique de la plante; mais, si les cellules épidermiques sont mortifiées, les filaments pénètrent à l'intérieur. — M. Willot signale un moyen de destruction de l'*Heterodera Schachtii* (nématode de la betterave) : il consiste à arroser le terrain à l'eau de gaz, qui tue les larves au moment où elles sortent de la femelle. — M. A.-G. Grimblot adresse un mémoire sur la germination des spores de la truffe. — M. A. Lacroix a étudié, dans la Haute-Ariège, les transformations endomorphiques du magma granitique au contact des calcaires. Il conclut qu'un magma granitique peut, avant sa consolidation définitive, absorber des quantités considérables d'assises sédimentaires qui, par leur influence chimique, transforment sa composition de façon à lui faire parcourir la série presque complète des roches éruptives grenues. — M. A. de Schulten indique les réactions qui lui ont permis d'arriver à la reproduction artificielle de la pirssonite et à celle d'un mélange de morthuptite, gaylussite et pirssonite. — M. A. Pomel donne la monographie des éléphants quaternaires de l'Algérie; les espèces décrites, au nombre de six, appartiennent à deux horizons géologiques quaternaires, séparés par un faible envahissement de la mer. — M. A. Pomel communique également une monographie des rhinocéros quaternaires de l'Algérie. — M. Ph. Glangeaud décrit les différentes assises du Jurassique supérieur qu'on rencontre aux environs d'Angoulême avec les fossiles caractéristiques des couches.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1er Décembre 1896.

M. Panas analyse un mémoire de M. le Dr Gourfein (de Genève) intitulé : Double ophtalmoplégie extérieure héréditaire chez six membres de la même famille. Cette curieuse affection se traduit par l'immobilité des globes oculaires et des paupières qui tombent et forcent le malade à renverser la tête en arrière et à la tourner dans tous les sens pour se conduire. L'étiologie de cette maladie reste obscure. Toutefois, l'auteur pense qu'il s'agit, dans ce cas, d'une forme d'amyotrophie héréditaire familiale. — M. R. Blanchard analyse un mémoire de M. le Dr E. Legrain (de Bougie) intitulé : Sur un nouveau cas de pied de Madura observé en Algérie. Cette maladie est une sorte d'hypertrophie du pied avec tumeurs remplies d'une sérosité tenant en suspension des grains blancs; elle est causée par un champignon, le *Discomyces Madurae* et a beaucoup de ressemblance avec l'actinomycose; on ne connaît encore aucun moyen de guérison. — M. Kelsch présente quelques considérations critiques sur la contagion et l'origine des maladies infectieuses. Il ne faut jamais oublier la transmissibilité de ces maladies, mais il faut se garder de lui attribuer un rôle exclusif. On doit se rappeler que le même microorganisme peut être tour à tour saprophyte et pathogène, et que nombre de maladies in-

fectieuses naissent ainsi, sans contagion directe ou médiate, par le simple fait que les microbes, pour des causes diverses, passent du premier au second de ces états. — M. le Dr **Klein** lit un mémoire sur un cas d'anévrisme cirsoïde intra-cranien chez une fillette de quatre ans.

Séance du 8 Décembre 1896.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **Isidore Straus**. — M. **Huchard** est élu membre titulaire dans la Section de Thérapeutique et d'Histoire naturelle médicale. — M. **A. Gautier** analyse un mémoire de M. **H. Duchenne**. Il s'agit d'un empoisonnement provenant, d'après l'auteur, de ce que le malade avait absorbé du lait contenu dans une boîte en fer-blanc, dont les soudures renfermaient du plomb. M. A. Gautier attribuerait plutôt l'empoisonnement à des fermentations bactériennes produites dans un lait mal conservé, mais il n'est pas douteux que les soudures à l'étain plombique dans les ustensiles culinaires constituent souvent un grave danger. — M. **Péan** décrit une opération d'œsophagotomie externe, exécutée en vue de l'extraction d'une pièce de monnaie, après diagnostic radiographique. La présence des pièces de monnaie dans l'œsophage a été plusieurs fois constatée à l'autopsie chez les enfants sans avoir été présumée pendant la vie. — M. le Dr **Schwartz** lit un mémoire sur la torsion du pédicule des fibromes sous-péritonéaux de l'utérus. — M. le Dr **Motais** (d'Angers) lit un travail sur la valeur hygiénique des éclairages artificiels.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Décembre 1896.

M. **Bouty**, président, annonce à la Société que le congrès général des Sociétés savantes s'ouvrira le mardi 20 avril 1897, à deux heures, à la Sorbonne, et sera clos par une séance solennelle, présidée par M. le ministre de l'Instruction publique, le samedi 24. M. **Schürr** adresse une note sur *l'expérience d'Œrsted*. La dérivation de l'aiguille aimantée passe par un maximum quand on la rapproche du fil qui conduit le courant ; la formule de Biot et Savart rend parfaitement compte des résultats observés. — M. **Benoist**, relativement à l'observation faite par M. Gendron à la séance précédente (voir la *Revue*, p. 1224) et au texte du procès-verbal, rappelle que M. Branly, qui a décrit des électroscopes à lame centrale fixe dans son *Traité élémentaire de physique* paru en janvier 1895, s'est servi dans ses expériences du 20 mai 1892, d'un électroscope à lame fixe et à *une* feuille mobile. — M. **Pellat** expose comment il a mesuré *la force agissant sur les diélectriques liquides non électrisés placés dans un champ électrique*. Dans un travail précédent (voir la *Revue* du 30 mai, p. 496). M. Pellat avait fait la même mesure pour les diélectriques solides. L'expérience est ici plus difficile ; il faut mesurer les dénivellations qui n'atteignent que quelques dizaines de microns. Le liquide est contenu entre les armatures d'un condensateur vertical dont il occupe environ la moitié de la hauteur ; quand on électrise les armatures, la théorie, basée sur la seule considération de l'énergie, montre que le niveau du liquide doit s'élever, de façon à augmenter la capacité du condensateur ; on déduit la variation de niveau de celle qui se produit dans un vase communiquant extérieur. Pour mesurer cette seconde dénivellation, on a fait plonger dans le vase un flotteur suspendu au fléau d'une balance Curie, portant une division en 0,1 mm. que l'on observe à l'aide d'un microscope; un calcul simple permet de déduire de la quantité dont s'abaisse le flotteur l'élévation de niveau du liquide. On peut faire la mesure de plusieurs façons : le liquide soumis à l'expérience n'occupe qu'une partie (2,13 cm.) de la distance totale (5,43 cm) des armatures ; on peut : 1° laisser pleins d'air les deux intervalles de séparation, 2° les remplir complètement du même liquide ou 3° n'y verser ce liquide que jusqu'au niveau atteint à l'intérieur. Ces trois cas donnant lieu à trois formules qui contiennent, outre des longueurs, une différence de potentiel, le poids spécifique du liquide, les pouvoirs inducteurs spécifiques de l'ébonite qui constitue les cloisons et les supports des armatures et celui du pétrole, non volatil, qui servait aux expériences. Ces deux constantes ayant été déterminées séparément, on peut calculer complètement la valeur théorique de la dénivellation ; les valeurs observées qui varient de 0,0037 cm à 0,0066 cm. ; ne diffèrent des valeurs calculées que de quantités très faibles (9 μ au plus) qui ne présentent aucun caractère systématique. Les conséquences de la théorie sont ainsi vérifiées. M. Pellat annonce, pour une prochaine séance, une discussion destinée à montrer que toutes les théories de l'électrostatique sont insuffisantes et qu'il est nécessaire de baser les raisonnements sur un autre fondement que la loi de Coulomb. Répondant à une question de M. **Poincaré**, M. Pellat rappelle que, dans les expériences de M. Duter, la contraction électrique qui se produisait dans un verre soumis à un champ intense, était extrêmement faible; elle n'a pu exercer aucune déformation sensible dans son appareil. — M. **Perrin** expose ses recherches sur *l'influence de la pression et de la température sur la décharge par les rayons X*. Comme dans des recherches précédentes (voir la *Revue* du 15 nov. p. 928), la décharge était produite par un faisceau de rayons passant entre les lames d'un condensateur, sans les toucher. L'une des armatures était reliée à un électromètre, qui mesurait le débit. En plaçant le condensateur dans une boîte où l'on peut faire varier la pression, on constate que, de 7 cm. à 116 cm. de mercure, le débit est proportionnel à cette pression. Si on le rapporte à l'unité de masse du gaz, on voit qu'il est, pour une masse donnée, *indépendant de la pression*. Pour étudier l'influence de la température on a opposé deux condensateurs déchargés par les mêmes rayons ; pour l'un on pouvait faire varier la température, pour l'autre la pression de façon à rendre les débits exactement égaux et de signes contraires, c'est-à-dire à maintenir au zéro un électromètre intercalé entre les deux. Quand on rétablit l'équilibre pour une certaine température, on constate que l'on peut faire varier cette température (de —12° à +145° sans que l'équilibre soit rompu. Le débit est donc, à pression constante, indépendant de la température ou, à masse constante, *proportionnel à la température absolue*. L'énergie moyenne d'une molécule, dans la théorie cinétique du gaz, est également indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue. On peut donc exprimer les résultats de l'expérience en disant que le nombre de molécules dissociées est proportionnel au nombre de molécules rencontrées, quelle que soit leur distance, et proportionnel à leur énergie moyenne. Si l'on admet que les atomes gazeux, en se séparant, entraînent les mêmes quantités d'électricité que dans l'électrolyse ordinaire, on peut se faire une idée de la grandeur de la décomposition chimique produite : on trouve qu'elle est extrêmement faible. M. **Joubert** attire l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à faire des expériences sur différents gaz. M. **Benoist** rappelle que les expériences qu'il a effectuées en commun avec M. Hurmuzescu conduisent à admettre que les gaz occlus à la surface du métal *rencontré* par les rayons X sont expulsés avec une vitesse (en poids) proportionnelle à la racine carrée de la densité, le coefficient restant le même quand on change le gaz. Cet énoncé, qui semble différent de celui de M. Perrin, lui est au fond identique. En effet le poids de gaz mis en liberté et la quantité d'électricité qui disparaît sont également proportionnels à la racine carrée de la densité, c'est-à-dire que leur rapport est constant, comme l'énonce M. Perrin. De nouvelles expériences de M. Perrin sur des gaz différents montreront que le débit est, à une pression donnée, proportionnel au poids du gaz, quelle que soit

sa nature. Quant à la loi de la température, elle semble connexe de celle de la pression, puisqu'à masse constante les deux quantités sont proportionnelles. L'antinomie des lois observées par M. Perrin et par MM. Benoist et Hurmuzescu semble prouver à nouveau que, dans les conditions où ces derniers expérimentateurs ont opéré, les phénomènes qu'a isolés M. Perrin ne jouent qu'un rôle négligeable ; si les deux effets étaient du même ordre, on observerait une loi mixte. Quant au mécanisme du phénomène, M. Benoist persiste à croire à l'existence d'une convection moléculaire sans dissociation, la loi de la masse et celle de la température, où n'interviennent que les molécules dans leur ensemble, sont des lois de convection. M. Perrin ne croit pas que le rapport des deux portions du phénomène soit de l'ordre de grandeur qu'indique M. Benoist ; on trancherait la question en mesurant dans chacune des dispositions le débit par centimètre cube de gaz. M. Guillaume estime que les recherches de M. Perrin apportent beaucoup de lumière dans la question. M. Villari a décrit des expériences dans lesquelles un électroscope est déchargé par un tube de Crookes au delà d'un écran de petites dimensions, comme s'il y avait un reploiement des rayons autour d'un obstacle, ou au delà d'un grand écran, quand on place latéralement une lame métallique, qui semble réfléchir les rayons. En réalité, il est clair maintenant, d'après la distribution des lignes de force dans ces expériences qu'on a affaire simplement à la décharge par de l'air qui a été traversé par les rayons. M. Righi a démontré que l'action se produit bien suivant les lignes de force en disposant des obstacles de forme déterminée, dans des cas où il était possible de dessiner à priori le contour de l'ombre électrique qu'ils devaient porter sur un conducteur. Les phénomènes observés par MM. Benoist et Hurmuzescu peuvent s'expliquer par une propriété des rayons X analogue à la pulvérisation de la cathode sous l'influence de la lumière ultra-violette, qu'ont observée MM. Lénard et Wolf. Dans certains cas où on a pu croire à une réflexion, il y avait seulement transformation ; MM. Winkelmann et Stranbel constatent qu'à la hauteur d'un morceau de spath-fluor placé derrière une plaque sensible l'action est 100 fois plus intense que dans les régions libres ; il ne peut s'agir ici de réflexion ; en fait on observe la formation de rayons ultra-violets avec un maximum vers $\lambda = 0,28\ \mu$. Avant de chercher à définir l'intensité des rayons X, il serait nécessaire de spécifier leur nature ; dans des expériences de M. Davies, des rayons, qui illuminent un écran à 20 ou 25 m. du tube, traversent indifféremment les os et les chairs ; la méthode de comparaison proposée par M. Perrin ne serait qu'une photométrie sélective. La théorie de l'ionisation présente de grandes difficultés. Qu'est-ce qui distingue la molécule qui, d'après M. J.-J. Thomson, est choisie parmi plusieurs milliards pour être dissociée ? L'action est-elle indépendante de la distance ou y a-t-il des rayons spéciaux absorbés au bout de quelques décimètres ? Cependant cette théorie semble expliquer assez facilement les actions photographiques et l'existence, observée par M. S. P. Thompson, du spectre d'émission du métal dans la fluorescence des platinocyanures de potassium et de baryum ; elle rendrait peut-être compte aussi des effets physiologiques désagréables et de la chute des poils qui suivent une action prolongée des rayons X. M. Broca a observé que la chute des poils n'est qu'un effet secondaire ; il se produit d'abord une eschare et les poils ne disparaissent qu'aux points où la peau ne se reforme pas complètement. — M. Violle présente, au nom de M. Hémot, constructeur, un vase gradué en divisions qui indiquent le volume occupé par une même masse d'un kilogramme d'eau à des températures variant de 4° à 30° et des pipettes sur lesquelles est marqué, à partir d'un trait de repère, le volume de 100 gr. et de 1 gr. d'eau, aux mêmes températures.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 13 Novembre 1896.

M. Moissan, président, avant d'ouvrir la séance, adresse à la famille et aux amis d'A. Combes les condoléances de la Société Chimique. — Par l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique, M. Blanc a préparé un acide de formule $C^9H^{14}O^2$ donnant des éthers liquides facilement saponifiables. En passant par le chlorure d'acide il a préparé l'amide, l'anilide, l'hydrazide de cet acide ; ces trois derniers dérivés ne sont pas saponifiés par la potasse alcoolique. — L'étude du suc de certains champignons a permis à M. Gabriel Bertrand de déceler l'existence simultanée dans ces cryptogames des deux espèces distinctes de ferments solubles oxydants qu'il avait antérieurement signalés chez les végétaux. A propos de la communication précédente, M. Béchamp retrace l'histoire des zymases. — M. Wyrouboff insiste sur le grand intérêt que présente l'étude des silicotungstates pour déterminer les formules des oxydes métalliques ; il communique ses recherches sur ce sujet. — M. Lebeau a étudié les propriétés de la glucine pure. Il a pu la fondre et la volatiliser. Cette glucine ainsi fondue n'a pas acquis l'inaltérabilité de l'alumine : l'acide sulfurique bouillant la transforme en sulfate de glucinium anhydre et cristallisé. Le bore et le silicium seuls réduisent la glucine ; l'aluminium, le magnésium, les métaux alcalins sont sans action. M. Lebeau a repris les expériences de M. Winkler ; il conclut à la non-existence de l'hydrure de glucinium, qui se formerait d'après le chimiste allemand dans l'action du magnésium sur la glucine dans une atmosphère d'hydrogène. — M. Tassilly passe en revue les procédés de dosage de la caféine dans le café ; il décrit successivement les méthodes de Commaille perfectionnée par M. Cazeneuve, de Petit, Grandval et Lajoux, Domergue et Nicolas, Dvorkovitch, Herlaut et Georges. Il donne les précautions avantageuses à prendre dans ces opérations. — L'étude de la fusibilité des mélanges de sels a permis à M. H. Le Chatelier d'observer une anomalie singulière dans le cas de mélanges de sulfate de soude avec les autres sulfates métalliques. Si l'on additionne le sulfate de soude de quantités croissantes de sulfate de chaux, de baryte, de plomb ou de cadmium, il y a d'abord élévation du point de solidification jusqu'à ce que l'on se trouve en présence d'une certaine proportion de sulfate métallique variable d'un métal à l'autre. Dans ces dernières conditions le point de solidification s'abaisse et la courbe reprend une allure normale. L'examen au microscope polarisant de plaques minces taillées dans le mélange fondu de sulfate de soude et de sulfate de chaux permet de reconnaître l'existence de cristaux homogènes semblables à ceux de sulfate de soude. Cependant la double réfraction décroît pour s'annuler presque complètement pour un mélange de deux molécules de sulfate de soude pour une de sulfate de chaux. On peut donc admettre que l'on a entre les mains un mélange isomorphe de sulfate de soude et d'un sulfate double de chaux et de soude. La preuve directe de cette hypothèse n'a pu être faite. — M. Scheurer-Kestner a eu l'occasion d'observer un accident survenu par l'emploi de soude caustique en fusion dans un appareil en fonte dont les accessoires étaient en fer. Il a reconnu par expérience que, sous pression, le fer et la fonte sont plus attaqués par la soude qu'à l'air libre. Cette attaque devient plus rapide si la température s'élève, et elle est de 45 à 55 °/₀ plus faible avec la fonte qu'avec le fer.

E. Charon.

SECTION DE NANCY.

Séance du 16 Décembre 1896.

M. A. Haller, dans le but de démontrer que les deux groupes carboxyles de l'acide camphorique sont dans une position analogue à celle où se trouvent les mêmes

groupes dans l'acide glutarique, a soumis ce dernier à l'action de l'isocyanate de phényle et a obtenu directement de la dianilide glutarique qui, chauffée à une température très élevée, a fourni de la phénylglutarimide. Il a déjà montré que l'acide camphorique se comporte de la même façon vis-à-vis de la phénylcarbimide. Si l'on soumet maintenant l'acide homocamphorique à l'action de l'isocyanate, on obtient de la dianilide qui n'a pu être convertie en phénylimide. Dans ce dernier acide, les deux carboxyles sont séparés par quatre atomes de carbone, comme dans l'acide adipique. Or un dérivé de substitution méthylé de ce dernier, l'acide β méthyladipique, soumis à l'action de l'isocyanate, a fourni une dianilide, mais non une phénylimide, ainsi que l'a démontré M. Arth. L'acide camphorique et son homologue supérieur peuvent donc être représentés par les formules :

Acide camphorique — Acide homocamphorique

ou par d'autres dans lesquelles les atomes d'hydrogène de la chaîne — CH—CH²—CH — sont remplacés partiellement par des radicaux alcoyles, le but de cette étude étant uniquement de montrer que les carboxyles sont dans le premier cas en γ et dans le second en δ vis-à-vis l'un de l'autre. — MM. **Haller et Guyot**, en traitant à 100° 1 p. de chlorure de fluorescéine par 4 à 5 p. d'acide azotique fumant, ont obtenu un dérivé dinitré, de couleur jaune pâle, soluble à chaud dans la nitrobenzine, d'où il cristallise par refroidissement en cristaux microscopiques. Il était à prévoir que le voisinage des groupes nitrés devait communiquer aux atomes de chlore de cette molécule une facilité de substitution comparable à celle des chlorures alcooliques. Les auteurs ont, en effet, constaté que ce dérivé chloronitré réagit à une température de beaucoup inférieure à celle exigée par le chlorure de fluorescéine non nitré sur les amines primaires ou secondaires de la série grasse ou de la série aromatique, en donnant des rhodamines dinitrées dont les sels présentent une coloration rouge violacée ou bleue et ne sont stables en solution qu'en présence d'un excès d'acide, la basicité de ces molécules étant fortement atténuée par le voisinage de ces groupes nitrés. Les amidorhodamines correspondantes s'obtiennent en réduisant par le protochlorure d'étain les solutions chlorhydriques des dérivés nitrés précédents. Ce sont des matières colorantes très intenses, mais qui sont très sensibles aux acides, même dilués, qui font virer la nuance du bleu au rouge. Il est à remarquer que, malgré la présence probable d'un oxygène pyronique, ces composés ne présentent pas la fluorescence caractéristique des rhodamines ordinaires. Les auteurs ont particulièrement étudié dans cette série les rhodamines provenant de l'action de la diméthylamine et de la p. amidodiméthylaniline sur le chlorure de fluorescéine dinitré. La description de ces composés fera l'objet d'une prochaine communication. — M. **Muller**, en faisant bouillir des écorces de chêne avec un grand excès d'eau, a constaté que la teneur en tanin (Löwenthal) de la solution *claire* dépend du temps qui s'est écoulé entre la fin de l'ébullition et le moment où l'on prélève la liqueur à titrer. Les différences peuvent dépasser 20 %. Elles sont dues à une réabsorption de la matière tannante par l'écorce pendant le refroidissement. Si l'on veut faire des dosages corrects, la liqueur à doser doit être prélevée aussitôt après la cessation de l'ébullition et aussi claire que possible. Dans ces conditions, on trouve les mêmes chiffres qu'avec les extracteurs ordinaires, qui peuvent être ainsi simplement remplacés par un ballon muni d'un réfrigérant ascendant; 20 gr. d'écorce sont épuisés en moins d'une heure par 1.500 centimètres cubes d'eau ajoutés en une fois. — M. **Minguin** prépare du bornéol artificiel droit (+ 37°) en grande quantité en combinant sa méthode d'oxydation par l'acide chromique [1] avec la méthode de refroidissement de Montgolfier [2]. De cette façon, il a pu retirer à peu près tout le bornéol droit renfermé dans un mélange de camphol et d'isocamphol. Il ajoute aux propriétés des éthers bornyliques la propriété suivante : la vitesse et la puissance d'éthérification des iso-camphols sont moins grandes que celles des camphols. Il donne ensuite les résultats qu'il a obtenus dans l'étude cristallographique des différents succinates de camphols. Le succinate droit (+ 37°) et le succinate gauche (− 37°) sont identiques et tous deux dimorphes : l'une des formes appartient au système hexagonal et l'autre au système orthorhombique. Les succinates de camphols β sont monomorphes et cristallisent dans le système hexagonal. De plus tous les succinates de camphols α et β sont isomorphes, mais pas isodimorphes. La forme commune est la forme hexagonale. En somme les quatre éthers stéréoisomères sont isomorphes dans le sens le plus strict du mot, c'est-à-dire que dans cette molécule une orientation quelconque des mêmes atomes autour des carbones asymétriques n'a pas d'influence sur le réseau cristallisé. Le succinate racémique $\overset{+}{a}\ \overset{-}{a}$, est différent des autres au point de vue cristallographique. Enfin M. Minguin a encore retrouvé dans ces cristaux une zone (110°, 162°) déjà constatée dans le camphre et dans beaucoup de dérivés du camphre [3].

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 12 Novembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **O. Biermann** étudie la réduction des intégrales abéliennes en intégrales elliptiques. Weierstrass a déjà montré les relations qui doivent exister entre les constantes d'une équation algébrique irréductible de degré p pour que l'intégrale abélienne de première espèce qui lui correspond puisse se transformer en une intégrale elliptique. Les résultats de l'auteur, basés sur sa représentation des intégrales de première et de deuxième espèce par des logarithmes de fonctions primaires non annulables, apportent une nouvelle preuve aux théorèmes de Weierstrass. — M. **O. Tumlirz** détermine la trajectoire d'un liquide qui s'écoule par une petite ouverture percée au fond du vase qui le contient.

2° Sciences naturelles. — MM. **R. Heller** et **H. von Schrotter** envoient une note intitulée : La *carina trachea*, contribution à l'étude de la bifurcation de la trachée et observations anatomiques sur sa structure.

Séance du 19 Novembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. **Leo Brenner** envoie ses observations de Jupiter faites à l'Observatoire de Lussinpiccolo en 1895 et 1896. Ses 103 dessins sont pleins de détails intéressants et constituent un matériel précieux pour l'étude des changements de la surface de la planète.

2° Sciences physiques. — M. **St. Meyer** communique ses mesures de la vitesse de propagation du son dans les métaux, faites directement au moyen d'un chronographe à pendule. Il a étudié les métaux et alliages suivants : Mg, Al, Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, Pt, acier, bronze, laiton. En général, il existe des relations linéaires entre la vitesse du son et le poids atomique. — M. **E. Haschek** envoie ses études sur les spectres d'étincelles ultra-violets des éléments nickel et cobalt. Ils sont caractérisés par des lignes nombreuses et très nettes.

[1] *Soc. chimique* t. XV. XVI, p. 344.
[2] Thèse de la Fac. des Sciences de Paris (1878).
[3] C. R. t. 122, p. 1.548; t. 123, p. 248.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 — *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1896)

I. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie et Météorologie

JANSSEN (J.). — Revue annuelle d'Astronomie. 485
POINCARÉ (H.). — La vie et les travaux de F. Tisserand. Leçon d'ouverture du Cours de Mécanique céleste à la Sorbonne. 1230

Botanique et Agronomie

BOURDE (P.). — La Viticulture en Tunisie 1101
CORNU (M.). — L'Acclimatation végétale en Tunisie et le jardin d'essai de Tunis 1080
GAUCKLER (P.). — Les Aménagements agricoles et les grands travaux d'Art des Romains en Tunisie. . . . 954
GRANDEAU (L.). — Les besoins généraux de l'Agriculture en Tunisie. La culture des céréales et l'élève du bétail 1087
LARBALÉTRIER (A.) et MALPEAUX (L.). — L'état actuel de la culture de la betterave en France :
1re partie : Choix des variétés. Culture de la betterave à sucre. 633
2me partie : Betterave de distillerie et betterave fourragère. 675
L'ESPINASSE-LANGEAC (de). — La culture de l'olivier en Tunisie 1105
LOTH (G.). — Les forêts et la question du reboisement en Tunisie 1076
MANGIN (L.). — Revue annuelle de Botanique. . . . 439
RIVIÈRE (L.). — La culture industrielle des plantes ornementales en Algérie. 707

Chimie

BRUNER (L.). — Les faux équilibres chimiques. Surfusion et sursaturation. 278
DAMOUR (E.). — L'état actuel et les besoins de la Verrerie et de la Cristallerie en France :
I. Historique; statistique; procédés généraux de fabrication. 68
II. Industrie du verre à vitre; glacerie; verrerie à bouteilles; rôle de la science et du dessin dans les industries du verre; questions économiques, sociales et ouvrières 135
DUPONT (F.). — Les travaux du récent Congrès de Chimie appliquée :
III. Analyses officielles et commerciales des matières soumises à l'impôt. Unification des instruments de Chimie. 909
ETARD (A.). — Revue annuelle de Chimie pure. 775
GUÉROULT (G.). — État actuel de la Verrerie et de la Cristallerie en France :
Cristallerie, Gobeletterie et Flaconnerie. 79
GUICHARD (M.). — Les recherches de M. Recoura sur une nouvelle classe de composés du Chrome 603
HECKEL (Dr E.). — Les graisses végétales des colonies françaises, leur synthèse naturelle et leur synthèse industrielle. 760
KORDA (Désiré). — Les travaux du récent Congrès de Chimie appliquée :
VI. Électrochimie. 916
LAZE (L.). — L'état actuel et les besoins de la Féculerie en France 1244
LEFÈVRE (Léon). — Les industries chimiques normandes à l'Exposition de Rouen. — Produits chimiques; industries du blanchiment, de la teinture et de l'impression des tissus. 669
LÉVY (Lucien). — Les travaux du récent Congrès de Chimie appliquée.
I. Fermentation alcoolique et distillerie. 903
OLIVIER (L.). — Remarques sur le rôle de la Science dans l'industrie de la Fonte. 539
PIGEON (L.). — Les travaux du récent Congrès de Chimie appliquée :
IV. Produits chimiques. 911
POURCEL (A.). — L'industrie de la fonte en France :
I. Constitution et propriétés de la Fonte 465
II. Fabrication. 510
ROCQUES (X.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs en France. 283
URBAIN (E.). — Les travaux du récent Congrès de Chimie appliquée :
II. Laiterie, aliments solides et falsifications. 907

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale

CHARRIN (A.). — Les défenses antitoxiques de l'économie : Humeurs antitoxiques; organes antitoxiques. 409
— L'Hérédité en Pathologie. 1
CHASSEVANT (Dr A.). — Les découvertes récentes sur la fonction thyroïdienne 813
FONTOYNONT (M.). — Des injections de sérum artificiel . 482
GROS (Dr H.). — Le Climat tropical et l'Acclimatement . . 559
HARTMANN (H.). — Revue annuelle de Chirurgie. 873
HUART (C.). — Le sérum antipesteux du Docteur Yersin. 733
LANGLOIS (Dr P.). — Revue annuelle d'Hygiène 348
LOIR (Dr A.). — Les conditions sanitaires et l'Hygiène en Tunisie 1068
MAUBRAC (P.) et MALRANGE (G.). — Une nouvelle méthode thérapeutique : l'Opothérapie 1233

29560

NAPIAS (Dr H.). — L'Hygiène des verriers 171
PHISALIX (C.). — État actuel de nos connaissances sur les venins. Production de l'immunité contre les venins inoculés par morsure 185
RÉPIN (Dr J.). — La stérilisation des eaux par l'ozone . 596
ROGER (Dr H.). — Les infections non bactériennes. Recherches sur l'oïdo-mycose 770

Géographie et Colonisation

BERTHOLON (Dr). — La Population et les races en Tunisie. 972
BOISSIER (G.). — L'Histoire en Tunisie 949
CAUSTIER (E.). — Les Productions coloniales néerlandaises et le Musée colonial de Haarlem 113
CHAILLEY-BERT (J.). — Les conditions économiques et sociales de la colonisation agricole en Tunisie. 1111
DEHÉRAIN (H.).— Revue annuelle de Géographie et d'Exploration 651
DEISS (J.-A.). — Les industries des Européens en Tunisie. 1138
DESCHAMPS (G.). — Vue générale de la Tunisie 1009
DUBOIS (M.). — La Nature tunisienne : Introduction géographique à l'étude de la Tunisie. 937
FLEURY (V.). — Les industries des indigènes en Tunisie. 1148
LEVASSEUR (E.). — L'esprit du Protectorat français. L'œuvre administrative de la France en Tunisie 1182
OLIVIER (L.). — L'étude scientifique de la Tunisie. . . 936
RÉBILLET (Lt-Cl). — Les relations commerciales de la Tunisie avec le Soudan 1151
ROCQUES (X.). — Les industries des Européens en Tunisie 1128
TURQUAN (V.). — Notes statistiques sur la Tunisie. . . . 1201
VERSINI (B.). — L'état actuel des services scientifiques et de l'Instruction publique en Tunisie 1177
WOLFROM (G.). — Les rapports de la Tunisie avec le marché européen 1144

Géologie et Paléontologie

BERGERON (J.). — Les récentes études sur les faunes les plus anciennes 259
CAGNAT (R.). — Les Mines et les Carrières de la Tunisie dans l'antiquité. 1054
FAGES (E. de). — Exploitation des Mines et des Carrières en Tunisie. 1056
HAUG (E.). — Géologie de la Tunisie. 1047
LAPPARENT (A. de). — La Structure et l'Histoire des Balkans, d'après M. Franz Toula 502
RENAULT (B.). — Les Bactéries fossiles et leur œuvre géologique. 804

Mathématiques

LAISANT (C. A.). Les Mathématiques au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Bordeaux. 31

Mécanique appliquée et Génie civil

BOVET (A. de). — L'état actuel de la Navigation intérieure en France :
1re partie : Réseau navigable et Matériel de navigation 820
2e partie : Procédés et frais de Traction. 863
CRONEAU (A.). — Les Travaux des « Naval Architects » Américains. 605
DWELSHAUVERS-DÉRY (V.). — Les nouvelles Expériences de M. B. Donkin sur la marche économique des Machines à vapeur 633
FAGES (E. de). — Les travaux publics du Protectorat français en Tunisie 1165
LAURIOL (P.). — Un nouveau mode de Traction électrique : le tramway Claret-Vuilleumier 331
LAVERGNE (Gérard). — Les récents perfectionnements du Phonographe 193
LÉCHALAS (M. C.). — La Navigation de la Loire. 746
WITZ (A.). — La surchauffe de la Vapeur dans l'industrie. 701

Physiologie

CUÉNOT (L.). La Détermination du Sexe 476
FRÉDÉRICQ (L.). — Revue annuelle de Physiologie. . . . 96

Physique

AUTONNE (L.). — Un nouveau livre sur l'Atomisme. La critique de M. Hannequin sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine. 593
BOTTOMLEY (J. T.). — Les Vibrations longitudinales de l'éther à propos des Rayons de Röntgen. 65
DUFOUR (H.). — Observations sur la formation des Rayons Röntgen 191
FONTAINE (E.). — Sur les Tensions superficielles. . . . 436
GARIEL (C. M.). — Revue annuelle de Physique 568
— La Fluoroscopie. — Application des Rayons X à la vision directe des organes internes 850
IMBERT (A.) et BERTIN-SANS. — Radiographie du corps entier d'un nouveau-né 556
KELVIN (Lord). — Expériences à tenter sur les Rayons de Röntgen 258
LODGE (O. J.) — Les Hypothèses actuelles sur la nature des Rayons de Röntgen 253
MATHIAS (E.). — Le Laboratoire cryogène de Leyde. . . . 381
MESLIN (G.). — La technique de la Photographie de l'Invisible.
II. Réduction du temps de pose par l'emploi de Champs magnétiques non uniformes. 407
OLIVIER (L.). — A propos des Rayons de Röntgen 277
PERRIN (J.). — Recherches expérimentales sur les Rayons de Röntgen. 66
POINCARÉ (H.) — Les Rayons Cathodiques et les Rayons Röntgen 52
RAVEAU (C.). — Les faits nouvellement acquis sur les Rayons de Röntgen 249
— La Technique de la photographie de l'Invisible :
I. Mode opératoire sans champ magnétique. 391
RÖNTGEN (W. C.). — Une nouvelle espèce de Rayons . . . 59
SCHUSTER (A.). — Sur les Rayons de Röntgen 64
SILZ (E.). — Les Travaux du récent Congrès de Chimie appliquée. V. — Photographie 915
TILDEN (W. A.). — L'Appareil du Dr Hampson pour la liquéfaction de l'Air et des Gaz 329

Zoologie et Anatomie

BEAUREGARD (Dr H.). — Revue annuelle d'Anatomie. . . . 715
BOURNE (G. C.). — Les idées de M. Yves Delage sur les grands Problèmes de la Biologie générale. 629
FABRE-DOMERGUE. — Le régime de la Sardine. Programme pour le déterminer 429
HOMMELL (R.). — État actuel de l'apiculture en France. . 8
KOEHLER (Dr R.). — Revue annuelle de Zoologie 213
PERRIER (E.) — Le principe de l'Évolution et la réponse de M. Herbert Spencer à Lord Salisbury. 131
VOITELLIER (C.). — L'aviculture en France. 734
WEMYSS FULTON (Dr). — L'état actuel de la pisciculture marine. 237

Enseignement

CORNU (A.). — L'École Polytechnique. Le but de son enseignement. L'esprit qui doit inspirer ses programmes. 898

Revues annuelles

BEAUREGARD (H.). — Anatomie 715
DEHÉRAIN (H.). — Géographie et Exploration 651
ÉTARD A. . — Chimie pure 775
FRÉDÉRICQ L. . Physiologie 96

Gabiel (C.-M.). — Physique 568
Hartmann (H.). — Chirurgie 873
Janssen (J.). — Astronomie 485
Koehler (R.). — Zoologie 213
Langlois (P.). — Hygiène 348
Mangin (L.). — Botanique 439

II. — ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

Avril (E.). — Les nouveaux toueurs à adhérence magnétique de M. de Bovet 262
Bouffall (S.). — Un nouveau Densimètre 318
Charpy (G.). — L'Élasticimètre de M. Charles Frémont pour l'Étude du poinçonnage 223
— Appareils pour l'Examen microscopique des corps opaques 1260
Demenge (E.). — Influence du froid sur les qualités des metaux 581
Gay (A.). — La roue hydraulique Pelton 365
— Les machines de M. Torrès à résoudre les équations 684
— La loi de variation de la force électro-motrice appliquée à un transformateur en influence-t-elle le rendement ? 783
Jean (F.). — La fabrication des extraits tannants et la détermination de leur valeur commerciale 833
Korda (D.). — Applications des courants triphasés dans les sucreries et raffineries 417
Lauriol (F.). — L'assainissement de Paris, l'épuration des eaux d'égout par l'irrigation 35
— Le Concours ouvert par la Ville de Paris pour l'épuration et la stérilisation des eaux de rivière destinées à la boisson 489
Lefebvre (M.). — Un nouveau Densimètre 786
Pesce (G.). — Les torpilleurs sous-marins et le *Goubet* . . 316
Piéri (J.). — Appareil commode pour mesurer la densité des liquides 418
Roche (A.). — La mesure de la température de l'air injecté aux hauts-fourneaux 834
Thiemann (E.). — Réfrigération par circulation d'air sec . 1262

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques

Appell (P.) et Goursat (E.). — Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales. (Fonctions analytiques sur une surface de Riemann) 173
Autonne (L.). — Sur la représentation des courbes gauches algébriques 659
Borel (E.). — Note sur les transformations en géométrie 1215
Cantor (M.) — Vorlesungen über Geschichte der Mathematik 1263
Carvallo (E.). — Méthode pratique pour la résolution numérique complète des équations algébriques ou transcendantes 618
Darboux (G.).—Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal :
4e partie : Déformation infiniment petite et représentation sphérique :
1er fascicule 225
2e fascicule 835
Gouilly (A.). — Géométrie descriptive :
I. Point. Ligne droite. Plan.
II. Sphère. Cône et cylindre de révolution.
III. Changement de plans de projections. — Rotations. Trièdres. Polyèdres 835
Gundelfinger (Dr S.).—Vorlesungen aus der analytischen Geometrie der Kegelschnitte, publié par le Dr Dingeldey 454
Klein (Dr). — Vorträge über ausgewählte Fragen der Elementargeometrie, ausgearbeitet von F. Tägert . . 689
Le même ouvrage, traduction française, par M. J. Griess. 689
Koenigs (G.). — La géométrie réglée et ses applications : coordonnées ; systèmes linéaires ; propriétés infinitésimales du premier ordre 724
Méray (Ch.). — Leçons nouvelles sur l'analyse infinitésimale et ses applications géométriques.
II. Étude monographique des principales fonctions d'une seule variable 490
Niewenglowski (B.) — Cours de géométrie analytique.
III. Géométrie dans l'espace, suivi d'une note sur les transformations en géométrie 1215
Ocagne (M. d'). — Cours de géométrie descriptive et de géométrie infinitésimale 618
Painlevé (P.). — Nouveaux exercices sur les variables imaginaires 835
Rouché (E.) et de Comberousse (Ch.). — Leçons de géométrie :
II. La ligne droite et la circonférence du cercle . . . 583
— Solutions détaillées des exercices et problèmes énoncés dans les leçons de géométrie.
I. La ligne droite et la circonférence du cercle . . . 583
Schroeder (E.). — Vorlesungen über die Algebra und Logik :
III. Algebra und Logik der Relative, 1re partie . . . 787
Stäckel (P.) et Engel (F.). — Die Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauss 319
Stieltjes (T.-J.). — Essai sur la théorie des nombres (premiers éléments) 787
Tisserand (F.). — Recueil complémentaire d'exercices sur le calcul infinitésimal, augmenté de nouveaux exercices sur les variables imaginaires 835
Vogt (H.). — Leçons sur la résolution algébrique des équations 265

Astronomie et Météorologie

Blanchard (R.). — Les cadrans solaires dans le Briançonnais 105
Faye (H.). — Sur l'origine du monde. Théories cosmogoniques des Anciens et des Modernes 419
Mouchéron (Comte de). — Les derniers cadrans solaires du Perche 319

Poincaré (H.). — Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, t. II : Méthodes de MM. Newcomb, Gylden, Lindstedt et Bohlin 39
Tisserand (F.). — Traité de Mécanique céleste :
IV. Théories des Satellites de Jupiter et de Saturne. Perturbations des petites planètes 880

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée

Alheilig et Roche (C.). — Traité des machines à vapeur, t. II. 419
Appell (P.). — Traité de Mécanique rationnelle : II. Dynamique des systèmes. Mécanique analytique 753
Boulvin (J.). — Cours de Mécanique appliquée aux machines, 5e fascicule. Machines à vapeur 319
Bourdon (Ch.). — Construction des machines à vapeur . 922
Deharme (E.) et Pulin (A.). — Chemins de fer. Matériel roulant. Résistance des trains. Traction. 689
Hennebert (Lt Col.). — Travaux de campagne 753
Henry (E.). — Formules, barèmes et tableaux pour Ponts sous-rails et Ponts-routes à travées métalliques indépendantes 583
Moch (G.). — Vue générale sur l'Artillerie actuelle . . . 544
Painlevé (P.). — Leçons sur le frottement 922
— Leçons sur l'intégration des équations différentielles de la mécanique et applications. 1064
Poincaré (H.). — Capillarité : Leçons professées pendant le 2e semestre 1888-89 et rédigées par J. Blondin. . . 105
— Théorie analytique de la propagation de la Chaleur . 368
Seglela (R.). — Les Tramways. Voie et Matériel 659
Vigreux (Ch.) et Milandre (M.). — Étude d'une usine élévatoire pour irrigations avec machines à vapeur et roues élévatoires. 787
Voigt (Waldemar). — Elementare Mechanik, als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik 454

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique

Bouty (E.). — Premier supplément au Cours de Physique de l'École Polytechnique de MM. Jamin et Bouty : Chaleur, Acoustique, Optique. 545
Bureau international des Poids et Mesures. — Travaux et mémoires, t. X et XI. 660
Deprez (Marcel). — Traité d'Électricité industrielle théorique et pratique : I. Électricité statique et magnétisme. 619
Foussereau (G.). — Leçons de Physique :
I. Optique. 725
Graffigny (H. de). — Manuel pratique du conducteur de dynamos et moteurs électriques 546
Guillaume (Ch. Ed). — Les radiations nouvelles. Les rayons X et la photographie à travers les corps opaques. 369
— Les radiations nouvelles (2e édition) 1216
Le Dantec (L. M.). — La Physique de l'Électricité . . . 491
Lefèvre (J.). — La Spectroscopie. La Spectrométrie. . . 1263
Londe (A.). — La Photographie moderne. 1065
Loppe (F.) et Bouquet (R.). — Traité théorique et pratique des courants alternatifs et industriels 454
Montpellier (J. A.). — Les accumulateurs électriques. Montage. Installation. Conduite. Entretien. 690
Pellat (H.). — Polarisation et Optique cristalline. . . . 836
Perrot (A.). — Distribution et Utilisation de l'énergie électrique (2e Année du Cours de Physique industrielle). 41
Scheurer-Kestner (A.). — Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux 882
Sidersky (D.). — Polarisation et Saccharimétrie. 40
Tranchant (L.). — La Linotypie ou l'art de décorer photographiquement les étoffes. 1263
Vidal (L.). — Photographie des couleurs. Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs. . . . 1216
Wüllner (A.). — Lehrbuch der Experimental physik : I. Allgemeine Physik und Akustik. II. Die Lehre von der Wärme. 265

Chimie

Ahrens (F. B.). — Die Metallcarbide und ihre Verwendung. Erster Heft der Sammlung chemischer und chemischtechnischer Vortraege. 421
Béhal (A.). — Traité de Chimie organique d'après les théories modernes 420
Bernthsen (A.) et Buchner (E.). — Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie. 1217
Carnot (Ad.). — Méthodes d'analyse des Fontes, des Fers et des Aciers. 725
Dommer (F.). — L'Incandescence par le gaz et le Pétrole. L'Acétylène et ses applications. 836
Friedel. — Conférences de Chimie faites au Laboratoire. 4e fascicule 1893-94. 266
— Les Actualités chimiques. Revue bi-mensuelle. . . . 660
Gérard (E.). — Contribution à l'étude des Cholestérines animales et végétales. 106
Guignet (C. E.), Dommer (F.) et Grandmougin. — Blanchiment et apprêts. Teinture et impression. Matières colorantes 226
Hantzsch (A.). — Précis de Stéréochimie. 1216
Joannis (A.). — Traité de Chimie organique appliquée : I. Généralités, carbures, alcools, phénols, aldehydes, cétones, quinones, sucres. 690
Ledebur (A.). — Manuel théorique et pratique de la Métallurgie du fer (traduction) 783
Lefèvre (Léon) — Traité des matières colorantes organiques artificielles, de leur préparation industrielle et de leurs applications. 320
Meyer (Dr V.). — Problèmes de l'Atomistique 174
Moissan H. et Ouvrard L. . — Le Nickel. 923
Oeschner de Coninck. — Cours de Chimie organique : II. — Série aromatique. 546
— Éléments de Chimie organique et de Chimie biologique 726
Poulenc (C.). — Les nouveautés chimiques 491
Prost (E.) et Hassreidter (V.). — Manuel de Chimie analytique appliquée aux industries du Zinc et de l'acide sulfurique. 1066
Riche (A.) et Halphen (G.). — Le Pétrole. Exploitation. Raffinage. Éclairage. Chauffage. Force motrice. . . . 882
Rocques (X.). — Analyse des Alcools et des Eaux-de-vie. 106
Schutzenberger (P.). — Les Fermentations. 1217
Seyewetz (A.) et Sisley (P.). — Chimie des Matières colorantes artificielles : 1er fascicule 455
Tollens (Dr B.). — Les Hydrates de Carbone. 584
Troost (L.). — Traité élémentaire de Chimie 754

3° SCIENCES NATURELLES

Géologie, Paléontologie, Hydrographie

Aubert (E.). — Éléments de Géologie. 923
Bernard (A.). — L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie. . . 266
Ferrand (P.). — L'Or à Minas-Geraes (Brésil) 41
Gaudry (A.). — Essai de Paléontologie philosophique (ouvrage faisant suite aux Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques). 754
Lacroix (A.). — Minéralogie de la France et de ses Colonies. Description physique et chimique des minéraux. Étude des conditions géologiques de leur gisement.
T. I, 2e partie. 421
T. II, 1re partie. 1218
Lallemand (A. de). — Leçons de Géographie physique . . 492
Meunier (Stanislas). — La Géologie comparée 227
Monteil (L'-C'). — De Saint-Louis à Tripoli par le Lac Tchad 228

RAMOND (G.). — Géologie des Indes Anglaises (Stratigraphie et Tectonique) 584
ROLLAND (G.). — Chemin de fer transsaharien; mission de Laghouat, El Golèah, Ouargla, Biskra : Rapports géologiques et hydrologiques 556
SCUDDER (S. H.). — Revision of the american Fossil Cockroaches with descriptions of new forms 726
ZITTEL (K. von).—Grundzüge der Palæontologie (Palæozoologie 584

Botanique et Agronomie

DAGUILLON (A.). — Leçons élémentaires de Botanique. . . 558
DEPAIRE (J. B.). — Hydromels et produits dérivés de la fermentation du Miel 1218
DEHÉRAIN (P. P.)— Les Engrais, les Ferments de la Terre. 174
FERROUILLAT (P.) et CHARVET (M.) — Les Celliers. Construction et Matériel vinicole. 267
GUILLON (J. M.). — Les Cépages orientaux. 228
HERLANT (A. — Micrographie des poudres officinales . . . 620
LAPPARENT (H. de). — Le Vin et l'Eau de vie de Vin . . 661
MANGIN (L.). — Recherches anatomiques sur les Peronosporees. 690
MARCHAND (Dr L.).— Énumération méthodique et raisonnée des Familles et des Genres de la classe des Mysophites (Champignons et Lichens) 756
MASSART (J.). — Un Botaniste en Malaisie. 837
PRILLIEUX (Ed.). — Maladies des Plantes agricoles et des Arbres fruitiers et forestiers causees par des parasites végétaux T. I. 41
TRUFFAUT (G.). — Sols, Terres et Composts utilisés par l'Horticulture. 755
VIALA (G.). et RAVAZ (L.). —Les Vignes américaines. Adaptation, culture, greffages, pépinières 546

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme et des Animaux

BARDIER (Dr E.).—Recherches expérimentales sur le mécanisme des oxydations dans l'organisme 883
BOLLES LEE (A.) et HENNEGUY (L. F.). — Traité des Méthodes techniques de l'Anatomie microscopique . . 789
COUTAGNE (G.). — Recherches sur le polymorphisme des Mollusques de France 175
GEHUCHTEN (A. van). — Anatomie du système nerveux de l'Homme 1218
HENNEGUY (F.). — Leçons sur la Cellule; morphologie et reproduction, faites au Collège de France en 1894-95. 585
LE DANTEC (F.). — La matière vivante. 691
— Théorie nouvelle de la vie 837
LENHOSSEK (Michael von). — Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen 371
MANGIN (G.). — Précis de Technique microscopique et bacteriologique 546
QUATREFAGES (A. de). — Les Émules de Darwin 1066
SERGI (G.).—Dolore e Piacere, storia naturale dei sentimenti. 755
SIMON (E.). — Histoire naturelle des Araignées, 2e Édition. T. I 421
SIRAUD (Dr). — Recherches anatomiques sur les artères des os longs. 228
ZWAARDEMAKER (Dr H.). — Die Physiologie der Geruchs. . 620

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie

ALLIS (O. H.). — An inquiry into the Difficulties encountered in the reduction of Dislocations of the Hip. . . 1067
BROCA (A.). et MAUBRAC (P.). — Traité de Chirurgie cérébrale. 268
CHAPUT (Dr H.). — Thérapeutique chirurgicale des affections de l'intestin, du rectum et du péritoine 727
CLADO (Dr). — Traité des tumeurs de la Vessie 372
ESTOR (Dr E.). — Du Cathétérisme rétrogade de l'Urèthre. 322
JAVAL (E.). — Manuel théorique et pratique du Strabisme. 621
JAYLE (Dr F.). — La Septicémie péritonéale aigüe post-opératoire 176
LE FORT (L.). —Œuvres : II. Chirurgie militaire. Enseignement 372
LEVASSORT (Dr Ch.). — La Stérilisation pratique en Chirurgie 838
SORDES (Dr). — Traitement des Endométrites et des Salpingites au début par les vapeurs médicamenteuses . . 423

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale

BARTH (Dr H.). — Thérapeutique de la tuberculose. . . 493
BONNET (P.). — Contribution à l'étude de la leucocythémie chez l'enfant 229
BOUCHER (H.). — Étude sur les entités morbides. Lois de morbidité. Essais de pathologie rationnelle. 457
BRAULT (A.). — Les Artérites; leur rôle en Pathologie . . 423
BRISSAUD (B.). — L'hygiène des asthmatiques.. 925
BROCQ (L.) et JACQUET (L.). — Précis élémentaire de dermatologie :
IV. Dermatoses inflammatoires. 322
BRUCE (David). — Preliminary report on the Tsetse Fly-Disease or Nagana in Zululand. 586
BUCK (Dr D. de). — Traité de thérapeutique physiologique 268
CAPITAN (L.). — Les maladies infectieuses. Causes et traitements 372
DALLEMAGNE (J.). — Les stigmates anatomiques de la criminalité 493
— Les stigmates biologiques et sociologiques de la criminalité 493
DESGREZ (A.). — Contribution à l'étude des sérums. . . . 322
FRASER (Tg.-K.). — Immunisation against serpents venom and the treatment of snake-bite with antivenene. . . 884
GALTIER-BOISSIÈRE (Dr). — Notions élémentaires d'hygiène pratique. Hygiène privée. Hygiène privée. Médecine usuelle 790
GAUTIER (Armand). — Les toxines microbiennes et animales 1265
KAHLDEN (Dr C.) et LAURENT (O.). — Technique microscopique appliquée à l'anatomie pathologique et à la bacteriologie. 423
LANGE (Dr). — Les émotions, étude psychologique . . . 755
LANGLOIS (Dr P.). — Précis d'hygiène publique et privée . 42
LAUTH (Dr G.). — Traitement de la tuberculose par l'altitude. 549
LAVERAN (A.). — Traité d'hygiène militaire 229
LE FORT (L.). — Œuvres : I. Hygiène hospitalière. Démographie. Hygiène publique. 372
LERMOYEZ (M.). — Thérapeutique des maladies des fosses nasales, des sinus de la face et du pharynx nasal . . 727
MARIE (Dr Pierre). — Leçons de clinique médicale. . . 838
PAGÈS (Dr Calixte). — Hygiène des animaux domestiques dans la production du lait. 1219
PICARD (Dr H.). — Traité des maladies de la prostate et des vésicules séminales 229
PIOGER (Dr J.). — La question sanitaire dans ses rapports avec les intérêts et les droits de l'individu et de la Société. 42
PROUST (A.). — L'orientation nouvelle de la politique sanitaire 1067
PRUNIER (L.). — Les médicaments chimiques.
I. Composés minéraux. 586
SABOURIN (Dr Ch.). — Traitement rationnel de la phtisie. 175
SÉE (M.). — Le [illegible] 884
SÉGLAS (Dr J.). — Le délire des négations. 691
STOKVIS (Dr B.-J.). — Leçons de pharmacothérapie.
I. Pharmacothérapie générale. Parasiticides (traduct. française) 457
TOULOUSE (Ed.). — Les causes de la folie. Prophylaxie et assistance 108

5° SCIENCES DIVERSES

BEAUREGARD (Dr H.). — Nos bêtes. Animaux utiles et nuisibles 229
— 23e livraison 322
— — — 547
CASTRIES (Comte H. de). — L'Islam. Impressions et études. 790
GRANDE ENCYCLOPÉDIE, inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts :
535e, 536e et 537e livraisons 176
— 538e, 539e et 540e — 176
— 541e livraison. 229
— 542e — 268
— 543e — 372
— 544e et 545e livraisons. 457
— 546e et 547e — 493
— 548e livraison. 586
PARVILLE (H. de). — Causeries scientifiques (30e et 31e années). 493
SCHIRMER (Henri). — Pourquoi Flatters et ses compagnons sont morts 727
WORMS (René). — Organisme et Société 662

THÈSES POUR LE DOCTORAT PRÉSENTÉES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS (1895-1896) ET ANALYSÉES DANS LA REVUE EN 1896.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

COCULESCO (N.). — Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice. 689
DELASSUS (E.). — Sur les équations linéaires aux dérivées partielles à caractéristiques réelles. 265
PETROWITCH (M.). — Sur les zéros et les infinis des équations différentielles algébriques. 105
ROUGIER (J.). — Sur quelques sous-groupes de 11e classe du groupe modulaire 1263

2° SCIENCES PHYSIQUES (Physique et Chimie).

BAYRAC (H. P.). — Sur une nouvelle méthode de préparation des paraquinones au moyen des indophénols . 1264
BROCHET (A.). — Action du chlore sur les alcools de la série grasse. 1264
FLEURENT (E.). — Recherches sur la constitution des matières albuminoïdes extraites de l'organisme végétal . 61
HÉLIER (H.). — Recherches sur les combinaisons gazeuses. 1065
HURMUZESCU (D.). — Nouvelle détermination du rapport V entre les unités électrostatiques et électromagnétiques. 923
MANEUVRIER (G.). — Nouvelle méthode de détermination du rapport $\frac{C}{c}$ pour l'air et d'autres gaz. 106
SIMON (Louis). — Action des amines aromatiques primaires sur quelques composés cétoniques dissymétriques . . 370
VARET (R.). — Recherches sur les combinaisons du mercure. 836

3° SCIENCES NATURELLES

BRONGNIART (Ch.). — Recherches pour servir à l'histoire des Insectes fossiles des temps primaires, précédées d'une Etude sur la nervation des ailes des Insectes.. 107
CAUSARD (M.). — Recherches sur l'appareil circulatoire des Aranéides. 586
GLANGEAUD (Ph.). — Le Jurassique à l'ouest du Plateau central. Contribution à l'Histoire des mers jurassiques dans le bassin de l'Aquitaine. 370
LANCE (Denis). — Contribution à l'étude anatomique et biologique des Tardigrades (genre Macrobiotus-Schultze). 924
LÉGER (L. J.). — Recherches sur l'appareil végétatif des Papavéracées. 421
LÉGER (M.) — Recherches sur la structure des Mucorinées. 322
MOLLIARD (M.). — Recherches sur les cécidies florales. . 837
PETTIT (Aug.). — Recherches sur les capsules surrénales. 863
PIÉRI (J. B.). — Recherches physiologiques sur Tapes decussata et quelques Tapidées. 107
RACOVITZA (E. G.). — Le Lobe céphalique et l'Encéphale des Annélides Polychètes. Anatomie, Morphologie, Histologie. 1265
REPELIN (J.). — Etude géologique des environs d'Orléansville. 321
TISSOT (J.). — Etude des phénomènes de survie dans les muscles après la mort générale. 661

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER.

Académie des Sciences de Paris

Séances des 9 décembre 1895 13
— 16 — — 14
— 23-30 — — 109
6 janvier 1896 177
13 — — 178
20 - 179
27 — 230
3 février — 231
— 10 — — 269
— 17 — 270
24 — 323
— 2 mars — 324
9 — - 373
— 16 — 374
Séances des 23 mars 1895 424
— 30 — — 458
— 7 avril — 459
— 14 — — 460
— 20-27 — — 494
— 4 mai — 548
— 11 — — 549
— 18 — — 587
— 26 — — 588
— 1er-8 juin — 622
— 15 — — 624
— 22 — — 663
— 29 — — 664
— 6 juillet — 695
— 13 — — 696
— 20 — — 728
— 27 — — 729
— 3 août — 730

Séances des 10-17 août 1895 758
— 24-31 — — 791
— 7 septembre — 792
14-21-28 — — 839
— 5-12 octobre — 885
— 19-26 — — 926
— 2-9 novembre — 1068
— 16 — — 1220
— 23 — — 1221
30 — — 1268
— 7 décembre — 1268

Académie de Médecine

Séances des 17 décembre 1895 45
24-31 — — 110
— 7 janvier 1896 110
— 14 — — 111
— 21-28 — — 232
— 4 février — 233
11-18-25 — — 272
— 3 mars — 325
10 — — 326
17-24 — — 375
— 31 — — 425
— 7 avril — 425
14-21-28 mai — 461
5-12 — — 495
— 19-26 — — 550
2 juin — 589
— 9-16-23 — — 625
— 30 — — 664
— 7 juillet — 665
— 21-28 — — 697
— 4-11 août — 731
— 18 — — 759
— 25 — — 792
— 1er-8 septembre — 792
15-22-29 — — 840
— 6-13 octobre — 885
— 20-27 — — 927
— 3-10 novembre — 1069
— 17 — — 1070
— 24 — — 1222
1er décembre — 1269
— 8 — — 1270

Société de Biologie

Séances des 7 décembre 1895 45
— 14 — — 46
21 — — 111
— 11 janvier 1896 180
18 — — 233
1er-8 février — 326
— 15-22-25 — — 376
— 7 mars — 425
— 14-21-28 — — 426
18-25 avril — 461
— 2 mai — 496
9-16 — — 550
— 23 — — 589
— 30 — — 590
— 6 juin — 590
— 13-20 — — 625
— 27 — — 665
— 4 juillet — 665
— 11-18 — — 697
— 25 — — 698
— 7-14 novembre — 1070
— 21-28 — — 1222

Société française de Physique

Séances des 6 décembre 1895 46
— 20 — — 111
— 17 janvier 1896 233
— 7 février — 272
— 21 — — 326
Communications 496
— 550
— 665
— 792
— 840
— 886
— 928
Séances des 20 novembre 1896 1223
— 4 décembre — 1270

Société chimique de Paris

Séances des 4-13 décembre 1895 112
— 27 — — 234
— 14 février — 327
— 28 — — 376
— 4-13 mars — 426
— 27 — — 462
— 1er-24 avril — 497
— 8 mai — 590
Communications 759
— 793
Séance du 13 novembre 1896. 1271

Section de Nancy

Séances des 18 décembre 1895 46
— 15 janvier 1896 180
— 19 février — 327
— 18 mars — 377
— 15 avril — 462
— 20 mai — 590
— 17 juin — 698
— 22 juillet — 731
Communications 760
— 793
Séance du 16 décembre 1896 1271

Société Royale de Londres

Communications 47
— 181
— 273
— 427
— 463
— 497
— 551
— 591
— 626
— 666
— 761
— 794
— 842
— 886
— 929

Société de Physique de Londres

Communications 378
Séance du 13 mars 1896. 427
Communications 592
— 626
— 667
. 699

Société de Chimie de Londres

Communications 183
— 234
— 274
— 378
— 463
— 498
— 551
— 626
— 667
— 699
— 890
Communications reçues pendant les vacances 1224

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des 1er décembre 1895 48
— 28 — — 183
— 23 janvier 1896 234
— 29 février — 379
Communications 552
— 627
— 731
— 891
Séances des 24 septembre 1896 931
— 31 octobre — 1070

Académie des Sciences de Vienne

Communications 464
— 498
Séances des 8-15-22 octobre 1896 932
— 22 — — (suite) 1072
— 5 novembre — — 1072
— 12-19 — — 1272

Académie Royale des Lincei

Séances de janvier 1896. 275
Communications 428
Séances de mars 1896. 428

V. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Agronomie

Zolla (D.). — La lutte contre le Black-Rot 799

Art de l'Ingénieur

La traction mécanique à Paris 1073

Astronomie

Zenger (Ch.-V.). — La prévision astronomique du cyclone du 26 juillet 1896. 763

Bibliographie Scientifique

Deniker (J.). — Création d'un catalogue international de la littérature scientifique. 894

Chimie

Brunet (L.). — Les diamants de l'acier. 798
Guichard (M.). — Le pouvoir explosif de l'acétylène. . . 847
— Conférence de M. G. Bertrand sur une nouvelle classe de ferments solubles : les oxydases. 1074
Hélier (H.) et Olivier (L.). — Sur la philosophie chimique. 1227
Sur les combinaisons du mercure. 934
L'industrie des terres rares 1074

Chimie alimentaire

Jean (J.). — Nouvelle graisse alimentaire végétale 895

Distinctions Scientifiques

La médaille Humphrey-Davy. 933
Le prix Jean Reynaud 933
Élections à l'Académie des Sciences. 933

Géographie et Colonisation

Dehérain (H.). — Les Anglais à Zanzibar 848
— Les relations commerciales de l'Égypte avec le Soudan oriental 1229
Espagnat (P. d'). — Les Gisements aurifères de la Côte d'Ivoire 935
Godefroy (J.). — La colonisation libre en Nouvelle-Calédonie. 897
Lecomte (H.). — A propos des Musées coloniaux. 276
Olivier (L.). — Le chemin de fer du Sénégal au Niger. . 1075
— Bibliographie des travaux géographiques 849
— Production de l'ivoire 935

Hygiène

Amiend (Dr). — Sur l'hygiène des verriers. 236
Petit (H.). — Inauguration de l'Institut Verneuil 848
Rocques (X.). — Les conséquences hygiéniques de la monopolisation de l'alcool 801

Industries chimiques

Guichard (M.). — Emploi du brome dans le traitement des minerais d'or. 934
— Désargentation électrolytique des plombs argentifères 934
— La pulvérisation par la force centrifuge dans l'industrie stéarique. 934

Mécanique

E. H. — Les nouvelles locomotives électriques du système Heilmann. 1225

Métallurgie

Guichard (M.). — Les travaux de la Société berlinoise d'encouragement à l'Industrie sur les alliages de nickel et de fer 895

Nécrologie

Cailler (C.). — Henri Résal. 893
Charon (E.). — Alphonse Combes. . . . 893
Guignard (L.). — Auguste Trécul. 845
Lapparent (A. de). — Daubrée et son œuvre . 627
L. O. — Isidore Straus 1073
Poincaré (H.). — F. Tisserand. . . 1230
Poincaré (L.). — Louis Fizeau. . . . 846
Translation du corps de Pasteur 1225

Paléontologie

Bergeron (J.). — Sur la Faune primordiale 328
Gaudry (A.). — La nouvelle galerie de Paléontologie du Muséum 848

Physiologie

La Sensibilité de l'œil aux rayons X. 897

Physique

Goly (G.). — Sur les tubes *focus* employés en radiographie. 668
Lucas (J. D.). — Sur les tubes *focus* employés en radiographie. 668
Mathias (E.). — La Conférence météorologique internationale de Paris en 1896. 798
Rœntgen. — Nouvelles recherches sur les propriétés et sur l'origine des rayons X. 499
Zenger (Ch. V.). — Sur l'état allotropique des gaz élémentaires. 700
Les Thermophones du Pr Wiborg. 934
La température des lampes à incandescence. 934
Les nouveaux tubes pour la Fluoroscopie. 1227

Sciences médicales

D'Arsonval et Charrin. — Action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes 184
Fontoynont (M.). — Nouveau procédé d'intervention chirurgicale sur l'intestin. 1228
Maurange (G.). — Traitement du Cancer de l'utérus et de quelques affections gynécologiques par l'opothérapie. 863
Napias (Dr H.). — Sur la pathologie des ouvriers verriers. 428

VI. — DIVERS

La Photographie de l'Invisible 49
L'Utilisation de la viande des animaux malades . . . 501
Le Centenaire de la Bibliothèque universelle. . . . 765

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abbadie (d'), 230, 231, 324.
Abelous, 426, 698.
Abney (Capitaine), 378.
Abraham, 494, 496, 792, 929.
Achard, 270, 840, 885, 1222.
Ackroyd, 427.
Adanson (voir Doumet Adanson).
Agafonoff, 839.
Ahrens (F. B.), 421.
Aimo, 623.
Albarran, 548.
Albert Ier, prince de Monaco, 110.
Alheilig, 419.
Allen (A. H.), 379.
Allis (O. H.), 1067.
Alloy, 664.
Amagat, 43, 178, 179, 233, 695, 696, 929.
Amaudrut, 110, 589, 624.
Amiend (Dr), 236.
Ampola, 428.
Andoyer, 1220.
Andrade, 587, 624.
André (Ch.), 1068.
André (G.), 758, 926, 927, 1220.
Angot, 624, 839.
Apéry, 760.
Appell (P.), 173, 664, 753.
Appert, 1070.
Appert (Léon), 375.
Appleyard, 379, 626, 699, 890.
Archdeacon, 379.
Arcy (R. F. d'), 699.
Argyropoulos, 587.
Arloing, 180, 374, 496, 624.
Armagnac, 373.
Armstrong (H. E.), 234, 498, 1224.
Arnaud, 426, 548.
Arsonval (d'), 46, 184, 270, 324, 326, 373, 426, 665, 695, 697, 928.
Artaud, 111.
Arth, 46, 761.
Athanasiu, 426, 697, 759, 1222.
Atkinson, 378.
Aubert (A.), 587.
Aubert (E.), 923.
Aubry, 625.
Auche, 665.
Audiffred, 625.
Auscher, 759.
Ausset (Dr), 232.
Autonne (L.), 43, 105, 689, 265, 549, **593** à **595**, 659, 109, 787, 835, 1263.
Avril, 264.
Aymonnet, 180, 927.
Ayrton, 378, 427.

[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des articles originaux.

Les **chiffres gras** reportent à ces articles.

B

Babes, 177.
Babinsky, 376, 496, 550.
Bablich (Hermann), 699.
Bach, 663.
Backhuysen, 664.
Backlund (O.), 587, 792.
Baclé, 659.
Bagard, 178.
Baire, 368.
Balbiani, 731.
Balland, 177, 459, 548, 663, 697, 730, 885, 1269.
Baraduc, 426.
Barbary de Langlade, 788.
Barbier (Ph.), 110, 178, 271, 325, 375, 425, 459, 460, 624.
Bârdier (Dr E.), 883.
Barillot, 324, 425.
Barnett, 379.
Barr, 1224.
Barré (Dr), 697.
Barrois, 177.
Barth (Dr H.), 493.
Barthélemy, 179, 231.
Basilewski, 424.
Basin (Alfred), 44, 839.
Basset, 728.
Bataillon, 663, 730.
Battelli (A.), 373.
Battelli (F.), 664.
Batuaud, 625.
Baudoin (A.), 729, 1068.
Baudouin (A.), 179.
Baugé, 324.
Bayrac, 231, 1264.
Bazin, 622, 664.
Bazy (Dr), 927.
Beaulard, 458, 730.
Beauregard (H.), 111, 229, 322, 326, 547, 664, 665, **715** à **723**.
Béchamp, 112, 234, 1271.
Becke, 464.
Becquerel (H.), 323, 324, 373, 424, 458, 459, 497, 551, 587, 1221, 1223.
Behal (A.), 420, 427, 663, 759.
Behring (Dr), 461.
Beille (L.), 695.
Belloc (L.), 696.
Bemmelen (W. van), 48, 1071, 1072.
Bendersky, 462, 840.
Benoist (L.), 232, 270, 458, 495, 548, 550, 728, 928, 1224, 1270.
Bensaude, 840, 1222.
Bentley, 463, 552, 627, 1224.
Berger, 625, 731.
Berger (E.), 590.
Berger (J.), 45.
Berger (P.), 325, 1222.
Bergeron (J.), 44, **259** à **261**, 328, 792.
Berget (A.), 1069.
Berlemont, 760.
Bernard, 271.
Bernard (A.), 266.
Bernard (F.), 585.
Bernheim, 426.
Bernthsen (A.), 1217.
Berthelot (M.), 728, 758, 839, 885, 926, 927, 1220.
Bertholon (Dr), **972** à **1008**.
Bertin, 270.
Bertin-Sans, 271, 325, 373, 424, 458, 548, **556** à **558**.
Bertrand (C. E.), 926.
Bertrand (G.), 462, 494, 497, 587, 589, 590, 623, 698, 839, 1271.
Bertrand (J.), 44, 109, 177, 548, 587, 588.
Bertrand (M.), 177, 178, 179, 270.
Besançon, 178, 460, 1268.
Besnier, 461.
Besson (A.), 179, 269, 324, 459, 549, 588, 1221.
Bevan, 667.
Bianchi, 428.
Biarnès, 426.
Biermann (Otto), 464, 1272.
Biétrix, 623, 664.
Bignan, 791, 839.
Bigot, 227.
Bigourdan, 44, 270, 324, 548, 1068.
Bilhaut (Dr), 425.
Binet, 45, 111, 426, 840.
Birkeland, 839.
Blache, 110, 927.
Blainard, 325, 424.
Blakesley, 378, 427, 626.
Blanc, 1271.
Blanc (C.), 1221.
Blanc (G.), 1069.
Blanchard (E.), 45, 624.
Blanchard (R.), 105, 731, 1269.
Blaschke, 498.
Blaserna, 428.
Blayrac, 1268.
Bleicher, 180, 425.
Bloch (Dr), 1069.
Bloch (A. M.), 697, 1221.
Bloch (M.), 1070.
Blondin (J.), 105.
Blot (René), 111.
Blount, 275.
Blutel, 269.
Bocuze, 424.
Bodin, 665.
Bœhm, 549.
Boisseau du Rocher (Dr), 625.
Boissier (G.), **949** à **953**.
Bolles Lee (A.), 789.
Boltzmann, 588, 622, 1072.
Bonaparte (voir Roland Bonaparte).
Bonnet (P.), 229.
Bonnier, 46, 270, 326, 376, 1070.
Bordage, 926.
Bordas, 325, 373, 664, 730, 791, 885.
Bordier, 44.
Borel (E.), 44, 109, 178, 459, 549, 885, 1215.

Borgmann, 270.
Bosc, 326, 426, 625, 695, 697, 730, 839, 840.
Bose (Jagadis Chunder), 887.
Bottomley (J. T.), 65 et 66.
Bouchard, 1269.
Bouchardat, 231, 374.
Boucher (H.), 457.
Boucheron, 462, 496, 1070.
Boudouard, 424, 1220.
Bouffall, 318.
Bouffé, 697, 791.
Bougaïef (N. U.), 109.
Bougaïeff (W.), 270.
Bougault, 728.
Bougon, 624, 1068.
Bouilhac, 1221.
Boul (W. A.), 552.
Boulanger, 230.
Boule (M.), 588.
Boulvin (J.), 319.
Bouny, 624, 664.
Bouquet, 454.
Bouquet de la Grye, 178, 1220, 1221.
Bourde (P.), 1101 à 1104.
Bourdin (Ch.), 922.
Bourgeois (L.), 421, 584, 1218.
Bourgeois (R.), 663, 664.
Bourne (G. C.), 629 à 632.
Bournet, 45.
Bourneville, 233, 550, 665.
Bourot, 926.
Bourquelot, 426, 548, 698, 729, 730, 791, 1070.
Boussinesq, 622, 624, 663, 664, 695, 696, 728.
Bouty (E.), 270, 545, 840, 1223, 1270.
Bouveault (L.), 110, 178, 271, 325, 375, 425, 459, 460, 549, 589, 624, 663, 664.
Bouvier, 111, 791.
Bouwmann, 627.
Bouxteieff, 792, 885.
Bovet (A. de), 820 à 832, 863 à 872.
Branly, 231, 927.
Brauchbar, 932.
Brauer (Friedrich), 932.
Brault (A.), 423.
Braun (Ludwig), 499.
Brennier (Leo), 1272.
Brereton Baker (H.), 891.
Bretland Farmer (J.), 888.
Briançon, 271.
Bricard, 495, 1268.
Brillouin (M.), 105, 839.
Briquet (J.), 840.
Brissaud (E.), 624, 925.
Brizard, 425, 728.
Broca (A.), 268, 273, 326, 461, 551, 665, 696, 928, 1271.
Brochet, 110, 231, 1264.
Brocq (L.), 322.
Brongniart (Ch.), 107.
Brouardel, 110, 1070.
Bruce (David), 586.
Brulle, 270.
Brun (H. de), 496, 759, 792.
Bruner (L.), 278 à 282.
Brunet (L.), 266, 319, 421, 589, 664, 697, 730, 759, 792, 799, 840, 885, 927, 1065, 1069, 1222, 1269.
Brunhes (Bernard), 368.
Brunner (Karl), 499.
Brunotte, 494.
Buchner (E.), 1217.
Buck (Dr D. de), 268, 457.
Budin, 665.
Buguet, 323, 373, 424, 458, 1068.
Bunge, 589.
Bungetziann, 494.
Burch, 843.
Bureau international des Poids et Mesures, 660.
Burgess, 891.
Burot, 425, 927.
Burrel, 626.
Burton, 378.
Bykov (N. de), 589.

C

C. F., 837.
Cadéac, 45.
Cadet de Gassicourt, 45.
Cadiot, 45, 1070.
Cagnat (R), 1054 à 1056.
Cailler, 894.
Cailletet, 109.
Caïn, 379.
Callandreau (O.), 178, 882, 1068, 1220, 1221.
Calmette, 231, 494.
Calot (Dr), 325.
Calvert, 891.
Camichel, 231.
Campbell, 699.
Campbell Swinton, 378.
Campredon (L.), 1269.
Camus, 590, 625, 697, 728.
Cantor (M.), 1263.
Capellini, 428.
Capitan (L.), 111, 372, 550, 625.
Capmann, 885.
Caravanier, 926.
Carey-Foster, 427.
Carion, 426.
Carnot (Ad.), 112, 323, 377, 624, 725, 766 à 770, 1069.
Carnot (P.), 376, 461, 590, 697, 1222.
Carpentier, 177, 179, 325.
Carr, 498.
Carrière, 665.
Cartaz, 727.
Cartwright Wood (Dr G. E.), 497.
Carvalho, 426, 697.
Carvallo (E.), 548, 618.
Carvallo (J.), 759.
Cassaing, 111.
Castries (Comte H. de), 790.
Catrin, 45.
Caullery, 549, 730, 840.
Causard (M.), 586, 728, 1068.
Caussade, 233.
Causse, 495, 622.
Caustier (E.), 113 à 130.
Cavalier, 759.
Cavallier (J.), 663.
Caventou, 45.
Cayeux, 270, 664, 730.
Cazal (du), 45.
Cazeneuve, 548, 587, 589.
Chabaud, 232, 373, 548, 886, 1224.
Chabert, 178.
Chabrié, 46, 233.
Chailley-Bert (J.), 1111 à 1117.
Champonnier, 323.
Chanel, 494.
Chanson, 180.
Chantemesse, 376, 589, 665.
Chapel, 373, 375, 839, 1069.
Chapman, 891.
Chappuis (J.), 458, 459, 665, 666, 841.
Chaput, 727, 731.
Chirabot, 327, 1069.
Charcot, 590, 625.
Charon, 112, 234, 325, 327, 377, 426, 427, 462, 497, 590, 696, 729, 760, 793, 933, 1271.
Charpentier, 550, 589, 1222.
Charpentier (A.), 231, 270, 271, 325.
Charpy (G.), 375, 660, 725, 729, 839, 1221, 1262.
Charrin (A.), 1 à 7, 111, 180, 184, 270, 326, 376, 409 à 416, 426, 461, 550, 625, 665, 697, 1070, 1222.
Chartron, 697.
Charvet (M.), 267.
Chassevant, 550, 813 à 819.
Chatin (Ad.), 177, 494, 587, 729, 885.
Chatin (J.), 324, 459, 625, 665, 926.
Chattaway (F. D.), 668, 699.
Chauveau, 111, 178, 180, 324, 325, 588, 589, 622, 623, 728, 730, 1070.
Chauvel, 840.
Chauvet, 791.
Chemin, 665.
Chesneau, 324.
Chevallier, 269.
Chiris, 1069.
Choisy, 460.
Chrétien, 728, 1220.
Christie, 695.
Christomanos, 695.
Ciamician, 428.
Clado (Dr), 372.
Claisse, 426.
Claisse (A.), 697.
Claisse (P.), 698.
Claparède, 587.
Clara de Brereton Evans, 234.
Claude, 111, 233, 326, 550.
Cleemput (J. van), 622.
Clère, 791, 1068.
Clos, 623, 791.
Clozier (Dr), 110, 232, 697, 840, 928.
Coculesco (N.), 689.
Cohen, 379.
Cohn, 464, 932.
Colardeau, 666, 841.
Colin (G.), 625.
Colin (L.), 425.
Collet, 112, 590.
Collet (A.), 793.
Collet (J.), 622.
Collie (J. N.), voir Norman Collie.
Colson (A.), 110, 232, 759, 760.
Colson (R.), 373, 377, 495, 695.
Comberousse (Ch. de), 583.
Combes (A.), 933.
Combes (Ch.), 325, 374, 376, 663, 760.
Comstock, 588.
Comte, 271, 376, 1070.
Constantin Paul, 45, 461.
Contejean, 325, 376, 426, 589, 665.
Contremoulins, 729, 759, 1068.
Coquillon, 43, 374.
Coret, 375, 424, 730.
Cornevin, 730.
Cornil, 665, 731, 1069, 1222.
Cornu (A.), 44, 233, 663, 886, 898 à 902, 926.
Cornu (M.), 1080 à 1086.
Corradi, 428.
Cosserat, 44.
Costantin, 44.
Cotton (E.), 1268.
Courmont, 496, 625.
Courtier, 840.
Courty, 663.
Coutagne (G.), 175.
Couvreur, 46.
Cowles, 927.
Cazalis (P.), 699.

Craig (T.), 1220.
Critzmann (Dr), 110, 698.
Crivelli, 1069.
Croneau (A.), **605** à **617**.
Cross, 667.
Crôtte, 729.
Crova, 375, 1268.
Cruls, 926.
Cruz Magalhaes (A. J. da), 1221.
Cuénot (L.), 107, 270, 271, 422, **476** à **482**, 586, 838, 924, 1066, 1265.
Cumenge, 270.

D

Daguillon (A.), 585.
Dallemagne (J.), 493.
Damour (E.), **68** à **79**, **135** à **170**, 177, 236.
Daniel (Lucien), 324.
Danilewsky, 110, 728.
Darboux (G.), 225, 835.
Dareste, 45.
Dariex, 323.
Darzens, 1268.
Dastre, 43, 45, 376, 426, 550, 590, 1070.
Daublebsky von Sterneck (R.), 1072.
Daubrée, 177, 269, 622, 627.
Dawson, 889.
Debray, 1070.
Debove, 232, 840, 927.
Decharme, 695.
Dechevrens, 269.
Defacqz, 730, 1221.
Defiandre (Mlle C.), 376, 461.
Deharme (E.), 689.
Dehérain (H.), 228, 267, **651** à **658**, 727, 849, 1229.
Dehérain (P. P.), 174, 179, 469, 730, 755.
Deiss (Ch.), 179.
Deiss (J. A.), **1138** à **1144**.
Déjerine, 326, 376, 665, 698.
Delacre, 588, 589, 729.
Delage (Yves), 629.
Delauney, 926, 1068.
Delassus (E.), 265, 458, 885.
Delaurier, 179.
Delbet (Dr), 272, 325, 426, 550, 590.
Delebecque, 177, 695, 758, 1221.
Delépine, 234, 549, 590, 622, 696, 759, 927, 1221.
Delezenne, 549, 622, 839, 840.
Delore, 625.
Delorme, 45, 233, 550.
Demarçay, 425.
Demenge (E.), 582, 789.
Demerliac, 587.
Demontzey, 43.
Demoussy, 179, 730.
Deniker, 895.
Depaire (J. B.), 1218.
Depéret, 324.
Déprez (Marcel), 549, 588, 619.
Deschamps (G.), **1009** à **1037**.
Des Cloizeaux, 622.
Desgrez (A.), 322, 697, 1269.
Deslandres (H.), 43, 1268.
Devaux, 44.
Deville, 374.
Dewar, 274.
Dézautière, 495.
Didier, 495.
Dieulafoy (Prof.), 326, 461, 665, 840, 927.
Diffre, 664.
Dingeldey, 454.
Dixon (A. E.), 183, 668.
Dixon (H. B.), 551, 891.
Doherty, 668.
Dominici, 111.
Dommer (F.), 226, 836.
Dongier, 269, 588.
Doran, 626.
Doumer, 374.
Doumet Adanson, 231.
Douvillé, 270, 375, 625.
Doyen, 550.
Doyon, 461, 462.
Drouin, 461.
Druce Lander, 699.
Duboin, 1068.
Dubois (L.), 376.
Dubois (M.), **937** à **948**.
Dubois (R.), 180, 625, 927.
Dubousquet-Laborderie, 110.
Duchardonnet, 551.
Duchenne (H.), 1270.
Duchesne, 110.
Ducla, 271.
Ducor, 425, 731.
Ducretet, 46, 1220.
Dufau, 497, 587, 623, 729, 839, 1221.
Dufour, 496.
Dufour (H.), **191** à **193**, 230, 272, 323.
Dufour (L.), 324.
Dufourt, 462, 550.
Duguet, 232, 697.
Dujardin-Beaumetz (Dr), 372.
Dumas, 376, 755.
Duménil, 458.
Dumontpallier, 111, 326.
Duparc, 374, 926.
Duperray, 496, 836.
Duplaix (M.), 179, 1069.
Duplay (S.), 272, 372, 625, 1069, 1269.
Dupont, 327.
Dupont (F.), **909** à **911**.
Dupont (T.), 1068.
Dupont (O.), 546.
Dupuy, 664.
Durand-Fardel (Dr Ray.), 176, 547.
Durant, 667.
Durante, 426.
Duret, 664.
Durot, 323.
Dussy, 730.
Dutil, 426.
Dutto, 428.
Duval (Mathias), 546.
Dwelshauvers-Dery (V.), **433** à **436**.

E

E. H., 1226.
Easterfield, 627.
Ebner (von), 464.
Edser, 427.
Elder, 378.
Ellinger, 375.
Elliot, 1224.
Empis, 110, 697.
Engel, 271.
Engel (F.), 319.
Engelmann, 48, 380, 892, 1072
Enriques, 428.
Erp (Van), 552, 731.
Errera, 458.
Espagnat (Pierre d'), 935.
Espinasse-Langeac (de l'), **1105** à **1110**
Estor (Dr E.), 322.
Etard (A.), 374, **775** à **782**, 1221.
Ettlinger, 180, 1222.
Eumorfopoulos, 378.
Evans (Sir J.), 843.
Everdingen (E. van), 732.
Everett, 378.
Ewan, 891.
Ewans, 379, 668, 699.
Eykman, 892.
Eyvind Boedtker, 730.

F

Fabre (Ch.), 623.
Fabre (G.), 179, 325.
Fabre-Domergue, **429** à **432**, 583, 623.
Fabry (Ch.), 1220, 1268.
Fabry (E.) 1221.
Fages (E. de), **1056** à **1063**, **1165** à **1176**.
Fauvel, 1068.
Favrel, 460.
Faye (H.), 419, 460, 548, 1221.
Fayolle, 462.
Fehr (H.), 265, 454, 659, 689, 787, 835 —, 1263.
Fénard, 494, 588.
Fényi, 44, 178.
Féraud, 494.
Féré (Ch.) 426, 589, 665, 698, 1070, 1222.
Férée (J.), 181, 328, 377, 425, 468, 698.
Ferrand (Dr), 272, 792, 1069.
Ferrand (Paul), 41, 374, 494.
Ferrouillat (P.), 267.
Festing, 378.
Ficheur, 325, 624.
Fiessinger, 233.
Finck, 926.
Fiquet, 497.
Fitzgerald, 379.
Fizeau, 177, 839, 846.
Flahault, 421.
Flamant, 177.
Flammarion (C.), 45, 494.
Fleming, 378, 592.
Fleurent (E.), 41, 730, 1069.
Fleury (V.), **1118** à **1127**.
Floquet, 583, 1215.
Floresco, 233, 376, 1070.
Foix, 625.
Folet, 45.
Fontaine (E.), **436** à **438**.
Fontana, 428, 460.
Fontaneau, 1221.
Fontené, 230.
Fontoynont (M.), **482** à **484**, 1229.
Forel, 728.
Forné, 625.
Forster (M. O.), 183, 890.
Fortey (Emily C.), 1224.
Fouché (E.), 696.
Fouché (M.), 696.
Fourlinnie, 793.
Fourmeaux, 664.
Fournier, 231, 495.
Fournier (Dr).
Fournier (A.), 1220, 928.
Fournier (J.), 729.
Fournier (L.), 180, 326, 927.
Foussereau (G.), 725.
Franchimont, 552, 731, 1071.
Franck Clowes, 183, 891.
François (M.), 43, 231.
François-Franck, 272, 326, 375, 590, 697.
Franke (Adolf) 464, 1072.
Fraser (Th. R.), 884.
Frèche, 695.
Frédéricq (L.), **96** à **104**.
Freundler, 1217.
Friedel (Ch.), 266, 660, 793.

Friedel (G.), 495, 548, 549.
Friedrich, 932.
Frith, 626, 667.
Fuchs, 730.

G

G. C., 41.
Gagneparis, 231.
Gaiffe, 548.
Calippe, 462, 496.
Galitzine, 373, 424.
Galliard (Dr), 272.
Gallois, 1070.
Gallotti, 836.
Galtier-Boissière (Dr), 790.
Gamgee, 497, 890.
Garbasso, 275, 373.
Garchey, 622.
Gardère, 696.
Gardner, 183, 427.
Garelli, 428.
Gariel (C. M.), **568** à **580**, **850** à **862**.
Garrigou (F.), 1221.
Garrigou-Lagrange (P.), 375, 460.
Gascard, 323, 424, 458.
Gassend, 424.
Gassmann, 271, 495, 730.
Gauckler (P.), **954** à **971**.
Gaudry (A.), 695, 754, 848, 885.
Gautier (Armand), 45, 323, 373, 426, 663, 665, 1265, 1270.
Gautier (H.), 586, 696, 728.
Gautier (M.), 1216.
Gay (A.), 367, 688, 786.
Gegenbauer, 1070.
Gehuchten (A. van), 1218.
Gendron, 1224.
Génin, 791.
Genoud, 663.
Gentil, 459, 495, 548.
Genvresse, 760.
Gérard (E.), 106, 548, 728.
Gérardin, 495.
Gerchun, 270.
Gernez, 110.
Giard (A.), 45, 111, 550, 691, 730, 1221.
Gibier, 549, 1269.
Gilbert, 45, 111, 180, 326, 550, 927, 1222.
Gill, 663, 695.
Gilles de la Tourette, 495.
Giltay, 732.
Gino Campos, 375.
Girard, 590.
Girard (Aimé), 43, 45, 623, 624, 1069.
Girard (Ch.) 325, 373.
Girardet, 232, 328, 591.
Gladstone, 794.
Glangeaud (Ph.), 370, 1269.
Glénard, 495.
Gley, 180, 376, 461, 550, 589, 590, 625, 697, 728, 1222, 1267.
Glover, 665.
Godefroy, 897.
Goldschild, 270.
Gonnard, 270.
Gossart, 269.
Gosselet, 730.
Got, 550,
Gotch, 843.
Goudet, 495.
Gouilly, 835.
Goulding, 626.
Gourfein (Dr), 1269.
Goursat (E.), 43, 173, 230, 373, 374, 622, 1068.
Gouvéa (Dr de), 425.
Gouy, 458, 588, 668, 695.
Graby, 696.
Grafligny (H. de), 546.
Graham (E.), 451.
Graham Bell, 588.
Gramont (A. de), 623, 624, 664.
Grancher, 1070.
Grandeau (L.), **1087** à **1101**.
Grandmougin, 226.
Granger, 269, 427, 495, 663, 728, 793.
Grasset (Dr), 272.
Grau, 932.
Gredilla y Gauna, 664.
Gréhant, 376, 728, 1269.
Grelot, 388.
Grenet (E.), 927.
Grenet (L.), 1221.
Griess, 689.
Griffiths, 623.
Grimaux, 112, 234, 320, 590.
Grimblot, 1269.
Grimbert, 46, 234, 327, 376, 426, 496, 665.
Gros (Dr H.), **559** à **567**.
Gross, 232.
Gruvel, 177, 231, 695.
Guebhard, 928.
Guéniot, 45.
Guépin, 461, 550.
Guerbet, 663, 759.
Guerlain, 1068.
Guermonprez, 326, 495.
Guerne (J. de), 107.
Guéroult, 271.
Guéroult (G.), **79** à **96**, 236.
Guerre, 233.
Guichard (M.), **603** à **605**, 622, 847, 895, 934, 935, 1075, 1221.
Guignard, 846.
Guignet (C. E.), 226.
Guillaume (Ch. Éd.), 233 369, 454, 491, 551, 619, 690, 792, 841, 886, 928, 1216, 1271.
Guillaume (J.), 109, 373, 588, 839, 1068.
Guillemenin, 625.
Guillery de Meens, 325.
Guillon (J. M.), 228, 546.
Guilloz, 589.
Guinard (Dr), 425.
Guinchant, 463, 495, 589, 591, 698.
Guinkoff, 548.
Guirard, 1222.
Guitard, 231.
Gulik (D. van), 235.
Gundelfinger (Dr Sigmund), 454.
Gunnel, 891.
Güntz, 44, 46, 181, 232, 324, 328, 591, 698, 836, 1068, 1269.
Gustavson, 729.
Guye (Ph. A.), 494, 495, 1216.
Guyesse, 1070.
Guyon, 374.
Guyot, 47, 181, 377, 462, 590, 761, 1272.
Guyou, 926, 1068, 1220.
Gylden (Hugo), 320, 373, 1220.

H

Hadamard (J.), 226, 548, 622, 663, 696, 725, 835, 922, 1065.
Haga, 552, 931.
Hagopoff, 461.
Hahn, 46.
Hallé, 590.
Haller (A.), 46, 47, 180, 181, 269, 323, 327, 328, 377, 421, 462, 463, 492, 494, 584, 590, 591, 661, 690, 729, 731, 760, 761, 923, 1217, 1271, 1272.
Hallion, 326, 376, 590, 698, 1070, 1222
Hallopeau, 624, 728, 1222.
Halphen (G.), 882.
Halt, 45.
Hamburger, 183, 236, 380, 552.
Hamonet (Abbé), 793.
Hamonet (J.), 729.
Hampson, 329.
Hamy, 40, 374, 548.
Hankin, 231.
Hannequin, 593.
Hanriot, 110, 497, 587, 1069, 1070, 1221, 1222.
Hantzsch, 1216.
Hardtl (von), 464.
Hardy, 109, 729.
Harker, 551.
Harmer (Sidney F.), 182.
Hartley, 668.
Hartmann (H.), 229, **873** à **879**.
Hartmann (L.), 792, 926.
Hartog, 624.
Haschek, 499, 1272.
Hasenœhrl (Fritz), 1072.
Hassreidter, 1066.
Hatt, 374.
Haudié (E.), 546, 725, 836.
Haug (E.), 584, 624, **1047** à **1054**.
Hauser, 373.
Haworth, 463, 464.
Hayem, 1221.
Heberdey, 464.
Hébert (A.), 40, 106, 589, 664, 755, 760, 1218.
Heckel (Dr E.), **750** à **752**.
Hédon, 730.
Heen (de), 271, 424.
Hégly, 495.
Heinke, 891.
Held, 328.
Helier, 373, 426, 1065, 1227.
Heller, 1272.
Hémot, 1271.
Henderson (G. G.), 1224.
Henderson (J.), 379, 699.
Hennebert (Lt Col.), 545, 753.
Henneguy (F.), 547, 585, 730, 789.
Henriet, 696.
Henrot, 665.
Henry (Ch.), 269, 271, 375, 458, 495, 588, 622, 623, 625, 696, 791, 792, 920.
Henry (E.), 179, 583.
Henry (L.), 730.
Hepperger (von), 464.
Herard, 272.
Heringa, 379.
Hérissey, 1070.
Herlant (A.), 620.
Hermite, 178, 460, 1268.
Hervieux, 45, 110, 496, 625, 792, 885, 927.
Herzig, 499.
Heurck (H. van), 424.
Hewit, 890.
Heycock, 794.
Heymans, 457, 697.
Hiecke, 932.
Hillebrand, 1072.
Hind (John Russel), 177.
Hoche, 326.
Hodgkinson, 699.
Hollard, 1269.
Holleman, 732.
Holowinski (A. de), 728.
Holtz, 1268.
Hommell (R.), **8** à **30**.
Honoré, 758.
Hoogewerff, 379, 732, 1071.

Hooker, 1224.
Hoorweg, 552.
Horstmann Fenton, 626.
Houdaille, 1268.
Huart (C.), **733.**
Hubrecht, 732.
Huchard, 1270.
Hugo Schrœtter, 499.
Hugounenq, 461.
Hugo Zückel, 499.
Huget, 461.
Huisken, 627.
Humbert (E), 491.
Hummel, 890.
Humphreys, 379.
Hurion, 588.
Hurmuzescu (D. 232, 270, 458, 495, 548, 550, 792, 886, 923, 928.
Hutchinson, 379.

I

Imbert (A.) 44, 271, 325, 373, 424, 458, 548, **556** à **558.**
Indra (Alois), 932.
Inspecteur de la navigation, 458.
Izarn, 43, 588.

J

Jaccoud, 232, 272.
Jackson (Herbert), 552, 891.
Jackson Pope (W.), 891.
Jacquemin, 663.
Jacquet (L.), 322.
Jäderin, 231, 728.
Jaeger (Gustave), 464, 1072.
Jaggi, 839.
Jamin, 545.
Jammes (L.), 840.
Janet (Ch.), 459.
Janet (P.), 455, 493, 1068.
Janssen (J.), **485** à **488**, 926.
Japp, 699, 890.
Jarry, 327.
Jaubert (G. F.), 44, 266, 456, 660.
Jaubert (J.), 839.
Jaumann, 178, 324, 548.
Javal, 111, 177, 179, 621, 792.
Jay, 43, 112.
Jayle (Dr F.), 176.
Jean (Ferdinand), 834, 926.
Jean (Jules), 897.
Jeanmaire, 587.
Jeannel (Dr), 272.
Jesteles (Berthold), 464.
Joachimsthal, 494, 839.
Joannis (A.), 690.
Jodin, 623.
Joffre, 112.
Joffroy, 791.
Johnstone Stoney, 378.
Jolles, 1072.
Jones, 699.
Jonkman, 380.
Jonquières (de), 460, 494, 663, 664, 758, 791.
Jordan (Ch.), 494.
Jordan (David S.), 552.
Josué (O.), 698.
Joubert, 1270.
Joubin, 110, 272, 886.
Joukovsky, 494.
Joung Allen (G.), 891.
Jovitchitch, 234.
Jowett, 891.
Junker (Friedrich), 932.
Just (A.), 464.

K

Kahlden (Dr C.), 423.
Kamerlingh Onnes, 235, 627, 732, 891.
Kapteyn (W.), 183, 1070.
Karagiamidès, 792.
Karda (Carl), 932.
Karnojitzky (de), 373, 424.
Kauffmann, 46, 376, 425, 426, 461, 662, 697, 1219.
Kékulé von Stradonitz (A. F.), 728.
Kellner, 1072.
Kelsch, 425, 885, 1269.
Kelvin (Lord), **258** à **259**, 374.
Kerallain (René de), 325.
Kerner von Marilaun, 464.
Kilian, 371, 493.
Kirmisson (Dr), 272, 731.
Klapalek, 1072.
Klein (Dr), 1270.
Klein (F.), 689.
Klobb, 180, 591, 794.
Knoll, 499.
Knowles, 427.
Kœchlin, 583.
Koehler (Dr R.), **213** à **222.**
Kœnigs (G.), 43, 109, 174, 177, 179, 549, 724.
Korda (Désiré), 418, **916** à **921.**
Korkine, 588, 695.
Korteweg, 624, 732, 931.
Koster (W.), 48.
Koversky, 231.
Kowalewsky, 231.
Krassilschtchik, 758, 792.
Kriloff, 230.
Künckel d'Herculais, 270, 1221.
Kunstler, 1221.
Kurella, 755.

L

L. O., voir L. Olivier.
Labesse, 325, 424.
Laborde (J. V.), 180, 232, 233, 272, 325, 326, 729.
Laboulbène, 232, 549, 587, 664.
Lacaze-Duthiers (de), 324.
Lachaud, 327, 623.
La Combe, 791.
Lacour, 664.
Lacroix (A.), 180, 421, 625, 697, 927, 1218, 1268, 1269.
Lafay, 424, 459, 460, 495.
Lafon, 549.
Lagneau (G.), 111, 425, 550, 792.
Lagrange, 496.
Laguesse, 883.
Laisant (C. A.), **31** à **34.**
Lalla, 1220.
Lallemand, 729, 730, 791, 839.
Lambert-Roguin, 231.
Lamotte, 174.
Lamy, 698.
Lance (D.), 924.
Lancereaux, 375, 697, 885.
Landolph, 1269.
Landouzy, 550, 1222.
Lange (Dr), 755.
Langley, 588.
Langlois (M.), 695, 696, 792.
Langlois (P.), 42, **348** à **364**, 590, 665, 1222.
Langrée (A. de), 926.
Lannelongue, 177, 231, 269, 270, 374, 424, 624, 665, 885.
Lannois, 376.
Lapicque, 426, 589, 625, 665, 759.
Lapparent (A. de), 109, 177, 323, 492, **502** à **509**, 628.
Lapparent (H. de), 661.
Lapworth, 183, 627, 891.
Larbalétrier (A.), **633** à **650**, **675** à **683.**
Larrey (baron), 460.
Lasne, 112.
Lataste, 729.
Lautanié, 623.
Launay (de), 232, 270.
Laurent (Q.), 423.
Lauriol (P.), 38, **331** à **347**, 489, 1223.
Laussedat, 177, 425.
Lauth (Ch.), 110, 178, 179, 234.
Lauth (Dr G.), 547.
Laveran (A.), 229, 425, 495, 548, 885, 927.
Lavergne (Gérard), **193** à **212**, 788.
Laville (Mme), 496.
Law (Robert), 627.
Laycock, 464.
Laze (L.), **1244** à **1259.**
Leauté (H.), 588.
Lebeau, 1220, 1271.
Leblanc, 550, 625.
Le Bon (G.), 230, 232, 271, 323, 325, 549.
Le Cadet (G.), 323, 839.
Lécaillon, 550, 729.
Lecarme (J.), 695.
Lecarme (L.), 695.
Lecercle, 695, 697, 758.
Léchalas (M. C.), **746** à **749.**
Lechappe, 1268.
Lechartier, 43.
Le Chatelier (A.), 790.
Le Chatelier (H.), 109, 273, 665, 926, 1063, 1271.
Leclère, 1069.
Lecomte, 276.
Lecorme, 231, 588, 623, 696.
Le Dantec (F.), 45, 325, 691, 837.
Le Dantec (L. M.), 491.
Ledé, 885.
Ledebur, 788.
Le Dentu, 325, 376.
Leduc, 1069, 1220.
Lefebvre (M.), 786.
Lefèvre (J.), 1263.
Lefèvre (L.), 320, **669** à **674**, 760.
Leflaive, 424, 1221.
Lefort (J.), 461.
Le Fort (L.), 372.
Le Franc, 376.
Léger (L.), 1068, 1070.
Léger (L. J.), 421.
Léger (M.), 322.
Legrain, 697, 1269.
Legrand (Ch.), 323.
Leguen, 111.
Le Hello, 623.
Lehfeldt, 626.
Lejars, 110, 372, 550, 625.
Lejeune, 1220.
Lelieuvre, 619.
Leloir, 625.
Lély, 732.
Lemaistre, 375.
Lémeray, 179, 1220.
Lemoine, 460, 1069, 1070, 1268.
Lemoult, 885.
Lengfeld, 375.
Lenhossék (Michael von), 371.

Lenoir, 233.
Lépinay, 231.
Lépine, 180, 268, 272.
Lereboullet, 840, 1069.
Lermoyez (M.), 727.
Le Roux, 495.
Le Roy, 270, 1268.
Leroy (abbé), 269.
Le Roy de Méricourt, 425.
Le Roy des Barres, 45.
Lescœur, 1220.
Lespieau, 426, 462, 793.
Letheule, 589.
Létienne (A.), 176, 229, 268, 322, 423, 493, 838, 884, 925.
Leuckart, 425.
Levasseur, 230, 324.
Levasseur (E.), **1182** à **1200**.
Levassort (Dr Ch.), 838.
Levat, 1068, 1268.
Levavasseur, 424.
Leveau, 1268.
Lévi (L.), 180.
Levi-Civita, 275.
Lévy (G.), 495.
Lévy (L.), 110, **903** à **907**.
Lévy (Maurice), 792.
Lewes (Vivian B.), 378.
Lhuillier, 494.
Lichtwitz, 426.
Liében, 464.
Liétard, 495.
Lignier, 374, 375.
Limb, 43.
Linder, 179.
Lindet, 587, 882.
Linge (A. R. van), 379.
Linossier, 376, 426.
Liouville (R.), 549, 1221.
Lippmann, 179.
Livi (Ridolfo), 425.
Lloyd Snape, 379.
Lodge (O. J.), **253** à **257**.
Lodin, 374.
Lœwy (A.), 728.
Lœwy (M.), 548, 588, 1221.
Loir (Dr A.), **1038** à **1046**.
Lo Monaco, 428.
Londe (A.), 269, 325, 624, 1065.
London, 622, 759.
Loppé (F.), 454.
Lorentz, 48, 235, 627, 1071.
Lorrain, 461.
Lortet, 459, 494, 663.
Lory, 759.
Loth (G.), **1076** à **1079**.
Lovisato, 275.
Lowell Gulland, 181.
Lucas (J. D.), 668.
Lucas-Championnière, 664, 792.
Lumière (A.), 271, 323.
Lumière (L.), 271, 323.

M

M. G., voir Guichard (Marcel).
Mac-Clelland, 796.
Macé de Lépinay, 373, 886.
Mac-Gillavry, 236.
Mac-Gregor, 379.
Mackensie, 699.
Maclaurin, 890.
Mac-Leod, 891.
Magnan, 1070.
Mahé, 461, 1222.
Maire de Nice, 231.
Mairet, 326, 426.
Maisonneuve, 840.
Majorana, 275, 428.
Malaquin, 45.
Malassez, 550, 590.
Malcolm Wharton, 890.
Malpeaux (L.), **633** à **650**, **675** à **683**.
Maltezos, 587, 663, 664.
Mancini (E.), 275, 428.
Mandl, 1072.
Manœuvrier (G.), 106, 110, 729.
Mangin (D.), 665.
Mangin (G.), 546.
Mangin (L.), 425, **439** à **453**, 690.
Mannheim, 424, 624, 1268.
Manoury, 624.
Manouvrier, 928.
Manouvriez, 1222.
Maquenne (L.), 41, 109, 234, 370, 377, 551, 1218, 1221, 1264.
Marchand (Em.), 109.
Marchand (Dr L.), 456.
Marchis, 1220.
Marchlewski, 183.
Marcy, 43, 109, 177.
Marie, 179.
Marie (C.), 324, 376.
Marie (Dr P.), 838.
Marillier (L.), 694, 757.
Marinesco, 376, 550, 625, 665, 1070, 1222.
Marmier, 929.
Marotte, 1221, 1268.
Marquis, 179, 324, 376,
Marsh, 183.
Marshall (C.), 890.
Marshall (Mlle Dorothy), 625.
Martel, 177, 178, 494, 588, 1221.
Martin (J.), 44, 45, 110, 177, 179, 180, 231, 232, 270, 271, 324, 325, 374, 375, 425, 459, 461.
Marty, 272.
Marx, 627.
Mascart, 230, 1268.
Massart, 837.
Massary (de), 111.
Massieu, 272.
Masson (Paul), 375.
Masumi Chikashigé, 890.
Mathias (E.), **381** à **390**, 798.
Mathieu, 233.
Matignon (C.), 43, 45, 110, 177, 178, 180, 231, 232, 270, 271, 324, 325, 374, 375, 425, 459, 461, 883, 1265.
Matruchot, 44.
Matyas Lerch, 43.
Maubrac (P.), 268, **1233** à **1243**.
Maumené, 234, 327, 376, 426, 462, 496, 760.
Maurain, 231.
Maurange (Dr G.), 228, 268, 322, 372, 727, 803, 838, **1233** à **1243**.
Maurel, 232, 731, 1070.
Mayor, 588.
Mégnin, 496.
Meillière, 375.
Meldola (R.), 498, 890, 1224.
Melnikoff, 590.
Ménard, 374.
Menges, 358.
Mer (E.), 45, 178.
Méray (Ch.), 490.
Mériau, 622.
Mérino (Miguel), 375.
Mertens, 1072.
Méry, 233, 461.
Meslans, 232, 269, 328, 377, 591.
Meslin (G.), 323, **407** à **409**, 424, 458.
Mesnard, 44, 324.
Mesnil, 691, 840.
Metz (G. de), 494, 758.
Metzner, 729, 1269.
Meulen (P. H. van der), 932.
Meunier (F.), 726.
Meunier (J.), 179.
Meunier (Stanislas), 227.
Meyer (St.), 464, 1272.
Meyer (Dr V.), 174, 891.
Meylan, 548.
Michel, 377.
Michel (Aug.), 1222, 1269.
Michel-Lévy, 177, 232, 663, 1221, 1268.
Mignon, 45.
Milandre, 787.
Mildé, 927.
Miller, 270, 696.
Millosevich, 275, 428.
Milne-Edwards, 729, 730.
Minguin, 328, 664, 698, 729, 760, 794, 1272.
Ministre de la Guerre d'Autriche, 464.
Mirinny, 179, 373, 587, 623, 758, 1268.
Mislawsky, 698.
Moch (G.), 544
Moissan (H.), 43, 177, 234, 269, 271, 323, 374, 375, 587, 622, 623, 663, 695, 728, 729, 730, 760, 793, 923, 1271.
Mojsisovics (von), 464.
Molisch, 464, 932.
Mollard, 111.
Molliard (M.), 837.
Molteni, 551.
Moncorvo, 1069.
Mongour, 376.
Monmerqué, 324.
Monnier, 233.
Monod (Ch.), 697, 1069.
Monod (H.), 45, 731, 927.
Monteil (Lt-Col), 228.
Monticolo, 378.
Montpellier, 690.
Moor (L. de), 457.
Moore, 463, 551.
Morau, 45, 625.
Moreau, 232, 587, 588.
Moreigne, 590.
Morosov, 1221.
Mosny, 111, 548.
Mossé, 376, 495.
Mosso (Ugolino), 428.
Motais (Dr), 1270.
Motet, 1069.
Moty, 326, 697.
Moucheron (comte de), 319.
Mouchet, 625, 697.
Mougie, 625.
Moulin, 272.
Mourcau, 793.
Moureaux, 177, 663.
Moureu, 112, 324, 327, 377, 459, 462, 622, 695, 759.
Mourlot, 44, 695.
Moussard, 696.
Mulder, 379.
Muller, 590, 793, 1272.
Müntz (A.), 175, 551, 587, 588.
Murray, 890.
Muskens, 932.

N

Nadachowski (Anton), 932.
Nageotte, 180, 1222.
Nalepa, 498, 1072.

Napias (Dr H.), **171** et **172**, 428.
Naudin, 1068.
Neville, 796.
Newcomb, 622.
Newth, 891.
Nicaise, 461, 550, 589, 731.
Nicklès, 325.
Niclout, 496.
Nicloux, 728.
Nicol, 234.
Nicolaï, 495.
Nicolas, 178, 698.
Niessel (C. von), 464.
Niewenglowski (B.), 1215.
Niewenglowski (G. H.), 232, 271.
Niffre (J.), 1269.
Nittis (de), 625.
Nocard, 232, 625, 731.
Nodon, 232.
Norman Collie (J.), 498, 729, 761, 885.
Norman Lockyer (J.), 47, 273, 427, 591, 626, 666.
Noury, 758.
Nuel, 495.
Nugues, 459.
Nyland, 891.

O

Observatoire de Vienne, 499.
Ocagne (M. d'), 269, 323, 618, 753, 841, 1268.
Oehlert, 232.
Oechsner de Coninck, 43, 177, 425, 546, 625, 726.
Olivier (L.), 42, 105, 276, **277**, 319, 493, **539** à **543**, 586, 662, 733, 790, 801, 902, 903, **936**, 1065, 1073, 1075, 1087, 1216, 1227, 1228.
Onnen, 891.
Osmond, 842.
Otto (Marius), 1269.
Oudin, 179, 231, 269.
Oumoff, 840, 841, 842.
Ouvrard (L.), 923.

P

Pachon, 589.
Pagès (Dr C.), 1219.
Painlevé (P.), 375, 458, 494, 623, 696, 791, 835, 922, 926, 1064, 1221.
Panas, 110, 425, 625, 1269.
Pantanelli, 275.
Paquier, 589, 625.
Parenty, 495.
Paris, 109.
Parmentier, 179.
Parville (H. de), 493.
Pascal, 428.
Pasteur, 1225.
Passy (J.), 620, 624.
Patein (G.), 623.
Patein (M.), 497.
Paterno, 275, 428.
Paterson (D.), 183.
Patterson (T. S.), 891.
Pairot, 1070.
Péan, 272, 625, 664, 1270.
Peano, 428.
Pearce, 926.
Pearson (K.), 182, 667.
Pechmann, 464.
Pekelharing, 732.
Pellat (H.), 44, 496, 665, 696, 836, 1068, 1270.
Pépin (le P.), 1068, 1069.
Percy-Frankland, 379, 890.
Perdrix (L.), 1268.
Péré, 496.
Perkin (A. G.), 464, 699, 890, 891, 1224.
Perkin (W. H.), 183, 463, 464, 552, 627, 699, 891, 1224.
Pernter, 464.
Péron, 322, 380, 456.
Pérot, 1220, 1268.
Perrier (Ch.), 697.
Perrier (E.), **131** à **134**, 494, 1068.
Perrier (G.), 231, 327.
Perrier (R.), 1222.
Perrin (J.), **66** et **67**, 109, 178, 230, 272, 424, 758, 928, 929, 1221, 1270, 1271.
Perrot (A.), 41.
Perrotin, 323, 549, 839, 885, 1268.
Perry, 378, 427.
Petavel, 378.
Petersen, 327.
Petit, 180, 463, 590, 793.
Petit (H.), 848.
Petit (R.), 233.
Petrowitch (M.), 105, 177, 622.
Pettinelli, 428.
Pettit (A.), 883.
Peyrot (Dr), 425, 840.
Pfaundler, 272, 464.
Phipson, 1220.
Phisalix (C.), **185** à **191**, 376, 461, 624, 625, 698, 1222.
Picard (Emile), 179, 323, 587.
Picard (Dr H.), 229.
Picard (P.), 460.
Picart (E.), 663.
Picart (L.), 270, 373, 622.
Pichard, 926.
Pickard, 379.
Picou, 697.
Pidgeon, 427.
Pierces, 791.
Piéri (J. B.), 107, 232, 418.
Pigeon (L.), 754, **911** à **915**.
Pillet (Dr), 376.
Pilleux, 460.
Pilliet, 111, 426.
Pillon, 426.
Piltschikoff, 323, 424, 460.
Pinard, 664.
Pincherle, 275.
Pintner, 1072.
Pioger (Dr J.), 42.
Pize (Dr), 272.
Pizon, 177, 623.
Pizzetti, 428.
Plücker, 231.
Poincaré (A.), 109, 232, 1220.
Poincaré (H.), 39, 43, **52** à **59**, 105, 178, 230, 324, 368, 373, 494, 758, 885, **1230** à **1233**, 1268.
Poincaré (L.), 106, 369, 847, 923, 1270.
Poisson, 549.
Pollard, 379.
Pomel (A.), 1269.
Pompilian (Mlle), 1222.
Poncet, 232, 461, 550, 928.
Ponsot, 375, 728, 793, 885, 926, 927.
Pope (F. G.), 890.
Pope (W. J.), 183, 699.
Porak, 625, 664, 840.
Potier, 587, 622.
Pottevin, 730.
Poulenc (C.), 491.
Poulet (V.), 758.
Poupinel, 376.
Pourcel (A.), **465** à **475**, **510** à **538**.
Pozzi, 272, 461, 495, 664, 697, 731.
Prenant, 423, 585, 789.
Prestwich, 664.
Priem, 755, 924.
Prillieux (E.), 41.
Prins, 732.
Proca, 177.
Prost, 1066.
Proude, 234.
Proust (A.), 1067.
Prudhomme, 43, 227, 321, 590.
Prunet, 425.
Prunier (L.), 586.
Puiseux, 548.
Pulin, 689.
Puluj, 427, 464, 498.
Purdie, 668.

Q

Quatrefages (A. de), 1066.
Queirel, 927.
Quesneville, 109, 177, 179.
Quinson, 461.
Quiroga, 497.

R

R. C., 1216.
R. D., 884.
Rabaut, 760.
Racovitza (E. G.), 1265.
Raillet, 550.
Rambaud, 109, 1221, 1222.
Ramon, 1070.
Ramond (G.), 584, 697.
Ramsay (W.), 275, 378, 729, 761, 885.
Ranglaret, 550.
Ranse (F. de), 461.
Ranvier, 44, 110, 324, 743, 789, 1268, 1269.
Ranwez, 460.
Raoult, 588, 623, 839, 927.
Rasch, 183.
Rateau, 622, 1220.
Rauwenhoff, 379.
Ravaz, 546, 588.
Raveau (C.), 46, 112, 233, **249** à **253**, 272, 273, 327, **391** à **406**, 496, 497, 551, 666, 696, 841, 887, 929, 1223, 1224, 1271.
Ray (J.), 41, 177, 270, 322, 1222.
Rayet, 494, 663.
Rebillet (Lt-Col.), **1151** à **1164**.
Reboul, 927.
Recoura, 603.
Reclus (P.), 326, 461, 550, 697.
Reeves, 427, 626.
Regaud, 111.
Regnault, 271.
Reich, 464.
Reilly, 792.
Reiset, 269.
Remlinger, 426, 698.
Rémy, 625, 1070, 1222.
Rémy (Dr), 625, 729, 759.
Rémy (Ch.), 1068.
Renault (B.), 589, **804** à **813**, 1268.
Renaut, 272, 376.
Renon, 45, 180, 326, 425, 461, 665, 698.
Repelin, 321.
Répin (Dr J.), **596** à **603**.
Resal (H.), 791, 893.
Retterer, 111.
Reverdin, 462.
Revie, 627
Revs, 183.

Rey (A.), 499.
Rey (J.), 458.
Reynier (Dr), 1070.
Rey-Pailhade (de), 110.
Riban, 234, 427
Richard (G. A.), 373, 551.
Richard (J.), 374.
Richardson, 1224.
Riche (A.), 731, 792, 882.
Richelot, 461.
Richet, 326, 461, 462, 625, 665, 1222.
Richter (E.), 464.
Righi, 270, 373, 428, 494, 587, 791.
Rimadori, 428.
Risien Russell (J. S.), 930.
Risler, 549.
Ritter, 270.
Rivals, 324, 374, 663, 729.
Rivière (C.), **707** à **715**.
Rivière (E.), 664, 791, 885, 1068.
Rivoire, 622.
Robert, 495, 589.
Roberts-Austen, 842.
Robin (A.), 550, 928, 1069.
Rochard (J.), 840.
Rochas (de), 323.
Roche (A.), 834.
Roche (C.), 419.
Roché (G.), 495.
Rocques (X.), **283** à **315**, 803, **1128** à **1138**.
Rodet, 180.
Rodger, 666.
Roger (H.), 45, 46, 326, 425, 665, **770** à **775**, 1070, 1222.
Rogers, 667.
Roithner, 499.
Roiti, 428.
Roland Bonaparte (Pce), 588.
Rolland, 456.
Romburgh (P. van), 892.
Romilly (de), 179.
Röntgen (W. C.), **59** à **63**, 235, 500.
Roos, 228, 661.
Rosenstiehl, 327, 759, 760.
Rossard, 109, 178, 323, 324, 839.
Rossel, 44, 696.
Rouché, 179, 230, 231, 583, 618.
Rouget, 696.
Rougier (J.), 1263.
Roule, 548, 623.
Rousset, 695.
Routin, 689.
Roux, 461, 625, 1222.
Rouyer, 368.
Roze, 325, 425, 548, 926, 1069, 1269.
Rozier, 792.
Ruhemann, 626, 1224.
Rutgers, 43.
Rydberg, 424.

S

Sabathier (A.), 180.
Sabatier (A.), 730.
Sabatier (P.), 624, 663, 664, 729.
Sabourin (Dr), 175.
Sabrazès, 376, 625.
Sadoveanu, 426.
Sadowsky, 426.
Sagnac, 458, 1221.
Saint-Philippe, 461.
Sakurai (Joji), 464.
Salisbury (Lord), 131.
Salomons, 378.
Samoiloff, 840.
Sande Bakhuysen (H. G. van de), 891.
Sanson, 589.
Santiago Bouilla Mirat, 623.
Saporta (A. de), 267.
Sappey, 374, 375.
Sappin-Trouffy, 270.
Sarrau, 44, 177, 926.
Saussure (R. de), 177, 1069, 1220.
Sauvage, 232.
Sauvageau, 494, 589, 691, 758, 791.
Savoire, 1269.
Schaefer, 463, 551.
Scheurer-Kestner, 373, 374, 462, 882, 1271.
Scheye, 932.
Schiff, 885.
Schirmer, 727.
Schloesing (Th.), 271, 374, 424, 460, 543, 729, 730, 1068, 1268.
Schmidt (F.), 498.
Schmiedeberg, 589.
Schneider, 698.
Schœffer (A.) 177.
Schoute (P. H.), 48, 183, 235, 236, 379, 380, 587, 627, 731, 732, 892, 932, 1072.
Schrœder (E.), 787.
Schrœder von der Kolk, 732.
Schrotter (H. von), 1272.
Schulten (A. de), 623, 624, 1269.
Schunck (E.), 183.
Schürr 1270.
Schuster (A.), **64**.
Schutzènberger, 424, 1068, 1217, 1220.
Schwartz (Dr), 1270.
Schwerer, 1068.
Scott, 378.
Scudder, 726.
Sczawinska (Mlle W.), 759.
Secrétant, 327.
Sée (Germain), 550.
Sée (Marc), 625.
Sée (Marcel), 884.
Seeley, 667.
Séglas (Dr), 691.
Seguela (R.), 659.
Séguier (le P. de), 728.
Seguy, 179, 587, 588.
Sell, 1224.
Sella, 275, 428.
Semnola, 425.
Sergi (G.), 755.
Sérieux, 108.
Serle, 592.
Serret, 791, 792.
Seyewetz (A.), 455.
Shelford Bidwell, 378.
Siacci, 791.
Sic (Angelus), 179.
Sicard, 840.
Sidersky (D.), 40, 110.
Sidney Williamson, 668.
Siertsema, 48, 235, 552, 931.
Silber, 428.
Silz (E.), **915** et **916**.
Simon (E.), 421.
Simon (L.), 370.
Sinéty (de), 326.
Singer (O.), 464.
Siraud (Dr), 228.
Sisley, 455.
Smith, 667.
Smoluchowski de Smolan, 729.
Sol, 697.
Solvay, 109, 178, 697.
Sordes (Dr), 423.
Sorel (E.), 44, 495.
Sorel (P.), 1066.
Soulier, 233.
Soury, 372, 1218.
Spencer (H.), 131.
Spirwey, 627.
Springer, 1067.
Stæckel (P.), 319, 1068.
Stahl, 462.
Stanley Kipping, 183, 627, 699, 891.
Stapfer, 45.
Stcherbakoff, 587.
Steindachner, 499.
Steinheil, 624.
Stephens, 699.
Stevenson, 891.
Stieltjes (T. J.), 787.
Stokvis (Dr), 457, 732.
Stoletow, 43, 841.
Stormer, 230, 231.
Stouff, 269, 839.
Strange, 551.
Strauss, 1070, 1270.
Streatfeild (F.), 498.
Streintz, 464.
Strindberg, 626.
Stroobant, 419.
Stuart-Menteath, 926, 1068.
Sturany, 498.
Suchard, 111.
Suess, 110.
Suringar, 379.
Swingedauw, 179, 270, 549.
Sy, 109, 839, 1221.
Symons, 699.

T

Tacchini, 231, 275, 428, 758.
Tägert, 689.
Tannery, 265.
Tanret, 112, 178, 234, 462, 1268.
Taramelli, 428.
Tardy, 231, 374.
Tarnier, 664.
Tarry, 1069, 1220.
Tassilly, 178, 269, 459, 1271.
Taupin, 664.
Taverne, 552.
Terrier, 233.
Thébaut, 791.
Thiconann (E.), 1262.
Thierry, 1070.
Thomas, 177, 234, 326, 374, 549, 590, 664, 665, 695, 793, 1268.
Thompson, 378, 459, 592, 665.
Thomsen (Julius), 460.
Thorpe (Jocelyn F.), 552, 891.
Thorpe (T. E.), 666.
Thoulet, 424, 1069.
Thybaut, 460, 730.
Tickle, 891.
Tilden (W. A), **329** et **330**, 371, 841.
Tillo (A. de), 375.
Tisserand (F.), 375, 458, 791, 835, 880, 926, 1225, 1230.
Tissot (J.), 589, 661.
Tollens (Dr), 584.
Tolomei, 275, 428.
Tommasi, 428, 587, 663.
Torchebœuf, 928.
Tornery (de), 625.
Toula (F.), 464.
Toulon, 43, 269.
Toulouse (E.), 108, 426.
Townsend, 929.
Tranchant (L.), 1263.
Trasbot, 664.
Trastour, 885.

Traube-Mengarini (Mme), 275.
Trécul, 845, 926.
Triboulet, 109.
Triboullet, 1068.
Trillat, 324.
Troost (L.), 373, 751, 1068.
Trouessart, 697.
Trouvé, 46, 623.
Truffaut (G.), 589, 755.
Tschermak, 464.
Tuffier, 550, 1222.
Tumlirz (O.), 1272.
Turquan (V.), **1201** à **1214**.
Tutton, 626.
Tyler, 626.

U

Uhlig, 1072.
Umani, 428, 460.
Urbain, 327.
Urbain (E.), 837, **907** à **909**.

V

Vaillant, 44, 927.
Valcourt (Dr de), 272.
Valéry Mayet, 325.
Valeur, 426.
Vallin, 110, 425, 495, 927.
Vallot, 374, 664.
Valton, 788.
Valude, 621.
Varet (R.), 587, 696, 728, 791, 836, 839.
Varigny (de), 589.
Variot, 665.
Vasseur, 231.
Vaysse, 373.
Vedel, 272, 695, 697, 730.
Venukoff, 43, 549, 695, 840, 1222.
Verdhurt, 458.
Verdin, 590, 625.
Vernier, 841.
Vernon Boys, 378.
Verschaffelt, 892, 1071.
Versini (R.), **1177** à **1182**.
Vert, 696.
Vial, 663.
Viala (P.), 546, 588, 1222.
Vidal, 550.
Vidal (Léon), 1216.
Vieille, 885.
Vignes (Dr), 625.
Vignon, 44.
Vigouroux, 269, 696, 697.
Vigreux (Ch.), 787.
Villard, 326, 758, 929.
Villari, 696, 791, 792, 926, 1269.
Villiers, 462.
Vincent (Dr H.), 229, 372, 425.
Vincent (L.), 927.
Vinot, 926.
Viola, 428.
Violle, 178, 233, 272, 273, 1271.
Viré, 324.
Vivet (Léon), 420.
Vogt (H.), 265.
Voigt (Waldemar), 454.
Voinov, 549.
Voitellier (C.), **734** à **745**.
Volterra, 428.
Vries (J. de), 234, 379.
Vuillemin, 232, 271, 325, 1069.

W

Waals (J. D. van der), 552, 732, 1071.
Wachter, 1072.
Walker (James), 379, 890.
Walker (J. Wallace), 891.
Waller, 844.
Wallerant, 425.
Wardell Stiles, 425.
Weber, 272, 1072.
Weber (E. von), 730.
Wegscheider, 464.
Weidel, 499.
Weill (Dr), 550.
Weinck, 464, 499, 758.
Weiss, 426, 464, 625.
Weiss (G.), 929.
Weiss (P.), 624, 698.
Welsch, 697.
Wemyss Fulton (Dr), **237** à **248**.
Werner, 464, 1216.
Wertheimer, 625, 1222.
Wettstein (R. von), 932.
Widal, 840, 1222.
Wilcox, 183.
Williams (J. D.), 888.
Williams (J. L.), 182.
Willot, 1069, 1269.
Wilsmore, 498.
Wilson (C.), 497.
Wilson Hake (H.), 463.
Winchell, 375.
Wind, 48, 235.
Winter, 665.
Witz (A.), 319, **701** à **707**, 922.
Wolf, 1224.
Wolfrom (G.), **1144** à **1151**.
Wood (T. B.), 627.
Wood (W. P.), 234.
Woolcott, 1224.
Woord, 379.
Worms (R.), 662.
Wray, 1224.
Wuillomenet, 424.
Wullner (A.), 265.
Wyndham R. Dunstan, 498, 626, 891.
Wynne, 234.
Wyrouboff, 234, 1271.

Y

Yersin (Dr), 731, 733.
Yung, 271.

Z

Zambaco-Pacha, 697.
Zeeman, 48, 892, 931, 1071.
Zeiller, 45, 425.
Zenger, 178, 231, 269, 323, 495, 700, 764, 1068.
Zenker, 231.
Ziegelbauer, 932.
Zittel (Karl von), 584.
Zograf (N. de), 232.
Zolla (D.), 801.
Zona, 275.
Zopellari, 275.
Zwaardemaker (Dr H.), 620.

ERRATA

P. 43, au lieu de *Oeschner de Connick*, lire OESCHNER DE CONINCK.
P. 179, — *Lenseray (E. M.)*, lire LÉMERAY (E. M.).
P. 323, — *Piltchikof*, lire PILTSCHIKOFF.
P. 325, au lieu de *Blamard*, lire BLAINARD.
P. 375, — *Garrigou-Lagange*, lire GARRIGOU-LAGRANGE.
P. 696, — *Pallat (H)*, lire PELLAT (H.)

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES ARTICLES ORIGINAUX, LA BIBLIOGRAPHIE, LES CHRONIQUES ET LES NOUVELLES [1]

A

Acclimatation — L' — végétale en Tunisie et le jardin d'essai de Tunis **1080**
Acclimatement. — Le climat tropical et l' —. 559
Accumulateurs. — Les — électriques. — Montage. Installation. Conduite. Entretien. 690
Acétylène. — Le pouvoir explosif de l' — 847
Acide sulfurique. — Manuel de Chimie analytique appliquée aux industries du zinc et de l' — 1066
Aciers. — Méthode d'analyse des Fontes, des Fers et des — 725
Actualités chimiques. — Les —. Revue bimensuelle. . . 660
Alcool. — Les conséquences hygiéniques de la monopolisation de l' — 801
Alcools. — Analyse des — et des Eaux de vie. 106
Algebra der logik. — Vorlesungen über die — III. Algebra und Logik der Relative. 1re partie. 787
Alliages. — Les travaux de la Société berlinoise d'Encouragement à l'Industrie sur les — de nickel et de fer. 895
Aménagements agricoles. — Les — et les grands travaux d'art des Romains en Tunisie. **954**
American fossil cockroaches. — Revision of the — with descriptions of new forms. 726
Amines. — Action des — aromatiques primaires sur quelques composés cétoniques dissymétriques. 370
Analyse infinitésimale. — Leçons nouvelles sur l' — et ses applications géométriques II. Etude monographique des principales fonctions d'une seule variable. 490
Analytischen Geometrie. — Vorlesungen aus der — der Kegelschnitte. 454
Anatomie microscopique. — Traité des méthodes techniques de l' — 789
Anatomie pathologique. — Technique microscopique appliquée à l' — et à la Bactériologie. 423
Animaux domestiques. — Hygiène des — dans la production du lait. 1219
Animaux malades. — L'utilisation de la viande des — . . **501**
Apiculture. — Etat actuel de l' — en France. 8
Araignées. — Histoire naturelle des —, 2e édition, t. I. . 421
Aranéides. — Recherches sur l'appareil circulatoire des —. 586
Arbres. — Maladies des plantes agricoles et des — fruitiers et forestiers causées par des parasites végétaux, t. I. 41
Artères. — Recherches anatomiques sur les — des os longs. 228
Artérites. — Les —, leur rôle en pathologie. 423
Artillerie. — Vue générale sur l' — actuelle. 544
Assainissement de Paris. — L' —. L'épuration des eaux d'égouts par l'irrigation 35
Asthmatiques. — L'hygiène des — 925
Astronomie. — Revue annuelle d' — **485**
Atomisme. — Un nouveau livre sur l' —. La critique de M. A. Hannequin sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine. **593**
Atomistique. — Problèmes de l' — 174
Aviculture. — L' — en France. **734**

B

Bactéries fossiles. — Les — et leur œuvre géologique. **804**
Bactériologie. — Technique microscopique appliquée à l'anatomie pathologique et à la — 423
Balkans. — La structure et l'histoire des —, d'après M. Franz Toula. 502
Bétail. — Les besoins généraux de l'agriculture en Tunisie. La culture des céréales et l'élève du — . . . **1087**
Bêtes. — Nos —. Animaux utiles et nuisibles. 229, 322 et 547
Betterave. — L'état actuel de la culture de la — en France : 1re partie : Choix des variétés; culture de la — à sucre **633**
2e partie : — de distillerie et — fourragère **675**
Bibliothèque universelle. — Le centenaire de la — . . **765**
Biologie. — Les idées de M. Yves Delage sur les grands problèmes de la — générale. **629**
Black-Rot. — La lutte contre le — 799
Blanchiment et apprêts. Teinture et impression. Matières colorantes. 226
Botanique. — Revue annuelle de — **439**
— Leçons élémentaires de — 585
Botaniste. — Un — en Malaisie. 837

C

Cadrans solaires. — Les — dans le Briançonnais. . . . 105
Les derniers — du Perche 319
Calcul infinitésimal. — Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les applications géométriques du —. 4e Partie : Déformation infiniment petite et représentation sphérique.
1er fascicule 225
2e fascicule 835
— Recueil complémentaire d'exercices sur le — augmenté de nouveaux exercices sur les variables imaginaires. 835
Cancer de l'utérus. — Traitement du — et de quelques affections gynécologiques par l'Opothérapie 803
Capillarité. — Leçons professées pendant le 2e semestre 1888-89 par M. Poincaré 105
Capsules surrénales. — Recherches sur les —. 883
Carrières. — Les mines et les — de la Tunisie dans l'antiquité. **1054**
— Exploitation des mines et — en Tunisie **1056**
Cartes agronomiques. — Les — communales **766**
Causeries scientifiques. — (30e et 31e années) 493
Cécidies florales. — Recherches sur les — 837
Celliers. — Les —. Construction et matériel vinicole. . . 267
Cellule. — Leçons sur la — (morphologie et reproduction) faites au collège de France par M. F. Henneguy en 1894-95 585
Céphages. — Les — orientaux. 228
Céréales. — Les besoins généraux de l'agriculture en Tunisie :
La Culture des — et l'élève du bétail **1087**
Chemie. — Kurzes Lehrbuch der Organischen — 1217
Chemin de fer transsahárien. — Mission de Laghouat, El-Goleah, Ouargla, Biskra. — Rapports géologique et hydrologique 756

[1] Les **chiffres gras** renvoient aux articles originaux.

Chemins de fer. — Matériel roulant. Résistance des trains. Traction. 689
Chimie. — Conférences de — faites au laboratoire de M. Friedel :
4e fascicule, 1893-94 266
— Traité élémentaire de — 754
Chimie analytique. — Manuel de — appliquée aux industries du zinc et de l'acide sulfurique 1066
Chimie appliquée. — Les travaux du récent congrès de — :
I. Fermentation alcoolique et distillerie 903
II. Laiterie, aliments solides et falsifications 907
III. Analyses officielles et commerciales des matières soumises à l'impôt. Unification des instruments de chimie 909
IV. Produits chimiques 911
V. Photographie 915
VI. Electro-chimie 916
Chimie biologique. — Eléments de — 726
Chimie organique. — Traité de — d'après les théories modernes 420
— Cours de — II. Série aromatique. 546
— Eléments de —. 726
— Traité de — appliquée.
I. Généralités, Carbones, Alcools, Phénols, Aldéhydes, Cétones, Quinones, Sucres 690
Chimie pure. — Revue annuelle de — 775
Chirurgie. — Revue annuelle de — 873
Chirurgie cérébrale. — Traité de —. 268
Chirurgie militaire. — Œuvres de L. Le Fort. II. — Enseignement 372
Cholestérines. — Contribution à l'étude des — animales et végétales. 106
Chrome. — Les recherches de M. Recoura sur une nouvelle classe de composés du — 603
Climat tropical. — Le — et l'acclimatement. 559
Clinique médicale. — Leçons de — 838
Colonisation agricole. Les conditions économiques et sociales de la — en Tunisie. 1111
Combinaisons gazeuses. — Recherches sur les — 1065
Conférence météorologique. — La — internationale de Paris en 1896 798
Corps opaques. — Appareils pour l'examen microscopique des — 1230
Cote d'ivoire. — Les gisements aurifères de la —. . . . 935
Cote occidentale d'Afrique. — Sur la grande pêche de la — 897
Courants. — Applications des— triphasés dans les sucreries et raffineries. 417
— Traité théorique et pratique des — alternatifs et industriels. 454
Courbes gauches algébriques. — Sur la représentation des — 659
Criminalité. — Les stigmates anatomiques de la —. . . 493
— Les stigmates biologiques et sociologiques de la — . 493
Cristallerie. — L'état actuel et les besoins de la verrerie et de la — en France : Historique, statistique, procédés généraux de fabrication 68
— Cristallerie, Gobeletterie et Flaconnerie. 79
— Industrie du verre à vitres, glacerie, verrerie à bouteilles. Rôle de la science et du dessin dans les industries du verre. Questions économiques sociales et ouvrières 135
— Hygiène des verriers 171
Cyclone. — La prévision astronomique du — du 28 Juillet 1896. 763

D

Darwin. — Les émules de — 1066
Défenses antitoxiques. — Les — de l'Economie : Humeurs antitoxiques, organes antitoxiques. 409
Délire. — Le — des négations 691
Densimètre. — Un nouveau — 318
— Un nouveau — 786
Densité. — Appareil commode pour mesurer la — des liquides. 418
Dermatologie. — Précis élémentaire de —. IV. Dermatoses inflammatoires. 322
Diamants de l'acier. — Les — 798
Distinctions scientifiques.— La médaille Humphrey-Davy 933
— Le Prix Jean Reynaud 933
— Election à l'Académie des Sciences 933
Dolore e Piacere, storia naturale dei sentimenti 755
Dynamos. — Manuel pratique du conducteur de — et moteurs électriques. 546

E

Eau-de-vie. — Le vin et l' — de vin. 661
Eaux-de-vie. — Analyse des alcools et des —. 106
— L'état actuel et les besoins de l'industrie des — et liqueurs en France 283
Ecole Polytechnique. — L' —. Le but de son enseignement. L'esprit qui doit inspirer ses programmes . . 898
Egypte. — Les relations commerciales de l' — avec le Soudan oriental 1229
Elasticimètre. — L' — de M. Frémont pour l'étude du poinçonnage. 223
Electricité industrielle. — Traité d' — théorique et pratique. I. Electricité statique et Magnétisme. 619
Emotions. — Les —, étude psychologique. 755
Endométrites. — Traitement des — et des Salpingites au début par les vapeurs médicamenteuses 423
Energie électrique. — Distribution et utilisation de l' —. 41
Engrais. — Les —, les Ferments de la terre. 174
Entités morbides. — Etude sur les lois de morbidité. Essais de pathologie rationnelle 457
Epuration. — L'Assainissement de Paris, l' — des eaux d'égout par l'irrigation 35
— Le concours ouvert par la Ville de Paris pour l' — et la stérilisation des eaux de rivière destinés à la boisson 489
Equations. — Leçons sur la résolution algébrique des —. 265
— Les machines de M. Torrès à résoudre les —. . . . 684
Equations algébriques. — Méthode pratique pour la résolution numérique complète des — ou transcendantes. 618
Equations différentielles. — Leçons sur l'intégration des — de la mécanique et applications. 1064
— Sur les zéros et les infinis des intégrales des — algébriques 105
Equations linéaires. — Sur les — aux dérivées partielles à caractéristiques réelles 265
Equilibres chimiques. — Les faux —. Surfusion et sursaturation. 278
Etat allotropique. — Sur l' — des gaz élémentaires . . 700
Ether. — Les vibrations longitudinales de l' — à propos des rayons de Rontgen 65
Evolution. — Le principe de l' — et la réponse de M. Herbert Spencer à lord Salisbury 131
Exploration. — Revue annuelle de géographie et d' — . 651
Extraits tannants. — La fabrication des — et la détermination de leur valeur commerciale. 833

F

Faune. — La — primordiale. 328
Faunes. — Les récentes études sur les — les plus anciennes 259
Féculerie. — L'état actuel et les besoins de la — en France 1244
Fermentations. — Les — 1217
Ferments de la terre. — Les Engrais. — Les — 174
Fers. — Méthode d'analyse des fontes, — et aciers . . . 725
Flatters. — Pourquoi — et ses compagnons sont morts 727
Fluoroscopie. — La —. Applications des rayons X à la vision directe des organes internes 850
— Les nouveaux tubes pour la —. 1227
Folie. — Les causes de la —. Prophylaxie et assistance . 108
Fonction perturbatrice.—Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la 689

Fonction thyroïdienne. — Les découvertes récentes sur la — 813
Fonctions algébriques. — Théorie des — et de leurs intégrales (Fonctions analytiques sur une surface de Riemann) 173
Fonte. — L'industrie de la — en France :
I. Constitution et propriétés de la — 465
II. Fabrication. 510
— Remarques sur le rôle de la Science dans l'industrie de la —. 539
Fontes. — Méthode d'analyse des —, Fers et Aciers. . . 725
Force électromotrice. — La loi de variation de la — appliquée à un transformateur en influence-t-elle le rendement ? 783
Forêts. — Les — et la question du reboisement en Tunisie 1076
Frottement. — Leçons sur le — 922

G

Géographie. — Leçons de — physique. 492
— Revue annuelle de — et d'exploration 651
Géologie. — La — comparée. 227
— des Indes Aglaises (Stratigraphie et Tectonique). . 584
— Éléments de — 923
— de la Tunisie. 1047
Géométrie. — Leçons de —. I. La ligne droite et la circonférence du cercle. 583
— Solutions détaillées des exercices et problèmes énoncés dans les leçons de —. I. La ligne droite et la circonférence de cercle. 835
— Vorträge über ausgewählte Frage der elementar — . 689
— Le même ouvrage, traduction française. 689
Géométrie analytique. — Cours de —. III. Géométrie dans l'espace suivie d'une note sur la transformation en géométrie. 1245
Géométrie descriptive. — Cours de — et géométrie infinitésimale. 618
— Cours de — :
I. Point. Ligne droite. Plan;
II. Sphère. Cône et cylindre de révolution;
III. Changement de plans de projection. Rotations. Trièdres. Polyèdres. 835
Géométrie infinitésimale. — Cours de géométrie descriptive et —. 618
Géométrie réglée. — La — et ses applications; coordonnées; systèmes linéaires; propriétés infinitésimales du premier ordre. 724
Gerüchs. — Die Physiologie des —. 620
Gisements aurifères. — Les — de la côte d'Ivoire. . . 935
Gonocoque. — Le —. 884
Goubet. — Les torpilleurs sous-marins et le —. . . . 316
Graisse. — Nouvelle — alimentaire végétale 895
Graisses végétales. — Les — des Colonies françaises, leur synthèse naturelle et leur synthèse industrielle. . . 750
Grande encyclopédie. — Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts, 535e, 536e, 537e, 538, 539e, 540 livraisons. 176
541e livraison 229
542e — 268
543e — 372
544e, 545e livraisons. 457
546e, 547e — 493
548 livraison 785

H

Hérédité. — L' — en pathologie. 1
Hip. — An inquiry into the Difficulties encountered in the reduction of Dislocations of the —. 1067
Histoire. — L' — en Tunisie. 949
Horticulture. — Sols, terres et composts utilisés par l' — 755
Hydrates de carbone. — Les —, traduit de l'Allemand. 584
Hygiène. — Précis d' — publique et privée. 42
Hygiène. — Traité d' — militaire. 229
Revue annuelle d' —. 348
— Œuvres de L. Le Fort, I. — hospitalière. Démographie, — publique 372
— Notions élémentaires d' — pratique, — privée, — publique, — médecine usuelle. 790
— Les conditions sanitaires et l' — en Tunisie. . . .1038

I

Incandescence. — L' — par le gaz et le pétrole. L'Acétylene et ses applications. 836
Influence du froid sur les qualités des métaux. . 581
Industries chimiques normandes. — Les — à l'Exposition de Rouen. — Produits chimiques; industries du blanchiment, de la teinture et de l'impression des tissus. 669
Insectes fossiles. — Recherches pour servir à l'histoire des — des temps primaires précédées d'une étude sur la nervation des ailes des insectes. 107
Institut Verneuil — Inauguration de l' —. 848
Intestin. — Nouveau procédé d'intervention chirurgicale sur l' —. 1228
Irrigation. — L'assainissement de Paris, l'épuration des eaux d'égout par l' — 35
Irrigations. — Étude d'une usine élévatoire pour — avec machines à vapeur et roues élévatoires. 787
Islam. — L' —. Impressions et Études 790
Ivoire. — Production de l' — 935

J

Jurassique. — Le — à l'Ouest du Plateau central. Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le bassin de l'Aquitaine. 370

L

Laboratoire cryogène. — Le — de Leyde. 381
Lac Tchad. — De Saint-Louis à Tripoli par le — . . . 228
Lampes a incandescence. — La température des — . . . 934
Leucocythémie. — Contribution à l'étude de la — chez l'enfant. 229
Liquéfaction. — L'appareil du Dr Hampson pour la — de l'air et des gaz. 329
Liqueurs. — L'état actuel et les besoins de l'industrie des eaux de vie et — en France. 283
Littérature scientifique. — Création d'un catalogue international de la — 894
Locomotives électriques. — Les nouvelles — du système Heilmann 1225

M

Machines a vapeur. — Traité des —, t. II. 419
— Les nouvelles expériences de M. B. Donkin sur la marche économique des — 433
— Etude d'une usine élévatoire pour irrigations avec — et roues élévatoires. 787
— Construction des — 922
Maladies des fosses nasales. — Thérapeutique des —, des sinus de la face et du pharynx nasal. 727
Maladies infectieuses. — Les —, causes et traitements. 372
Malaisie. — Un botaniste en — 837
Mathématiques. — Les — au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à Bordeaux. 31
Matières albuminoïdes. — Recherches sur la constitution des — extraites de l'organisme végétal. 41
Matières colorantes. — Blanchiment et apprêts. Teinture et impression. 226
— Traité des — organiques artificielles, de leur préparation industrielle et de leurs applications. 320
— Chimie des — artificielles. 1er fascicule. 455
Matière vivante. — La — 691

Mécanique appliquée. — Cours de — aux machines, 5e fascicule. Machines à vapeur. 319
Mécanique céleste. — Les méthodes nouvelles de la — t. II : Méthodes de MM. Newcomb, Gylden, Lindstedt et Bohlin. 39
— Traité de — IV. Théories des satellites de Jupiter et de Saturne. Perturbations des petites planètes. . . 880
— La vie et les travaux de F. Tisserand. Leçon d'ouverture du cours de — à la Sorbonne. 1230
Mécanique rationnelle. — Traité de —. II. Dynamique des systèmes. Mécanique analytique. 753
Mechanik. — Elementar — als Einleitung in das studium der theoretischen Physik. 454
Médicaments chimiques. — Les —. I. Composés minéraux. 586
Mercure. — Recherches sur les combinaisons du — . . 836
— Sur les combinaisons du — 934
Métallcarbide. — Die — und ihre Verwendung. Erster Heft der Sammlung chemischer und chemisch technischer Vortrage. 421
Métallurgie du fer. — Manuel théorique et pratique de la — (traduction). 788
Miel. — Hydromels et produits dérivés de la fermentation du — 1218
Minéralogie de la France et de ses colonies. — Description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leur gisement, t. I, 2e partie. 421
T. II, 1re partie. 1218
Mines. — Les — et les carrières de la Tunisie dans l'Antiquité. 1054
— Exploitation des — et des carrières en Tunisie. . . 1056
Mollusques. — Recherches sur le polymorphisme des — de France. 175
Moteurs électriques. — Manuel pratique du conducteur de dynamos et — 546
Muscinées. — Recherches sur la structure des — . . . 322
Musées coloniaux. — A propos des — 276
Mysophytes. — Enumération méthodique et raisonnée des familles et des genres de la classe des — (Champignons et Lichens). 456

N

Nagana. — Preliminary Report on the Tsetse Fly Disease or — in Zululand. 586
Nature tunisienne. — Introduction géographique à l'étude de la Tunisie 937
Naval architects. — Les travaux des « — » américains. 605
Navigation. — La — de la Loire 746
— L'état actuel de la — intérieure de la France :
1re partie : Réseau navigable et matériel de navigation. 820
2e partie : Procédés et frais de traction. 863
Nécrologie :
Alphonse Combes 933
Daubrée et son œuvre 627
Louis Fizeau 846
Pasteur. — Translation de son corps. 1225
Henri Resal 893
Isidore Stuart 1073
F. Tisserand 1230
Auguste Trécul 845
Nervation des Ailes. — Étude sur la — des insectes . . 107
Nervensystems. — Der feinere Bau des — im Lichte neuester Forschungen. 371
Nickel. — L' — 923
Niger. — Le Chemin de fer du Sénégal au — 1075
Nouveautés chimiques. — Les — 491
Nouvelle-Calédonie. — L'Archipel de la — 266
— La colonisation libre en — 897

O

Oïdo-Mycose. — Les Infections non bactériennes. — Recherches sur l' — 770
Olivier. — La culture de l' — en Tunisie. 105
Opothérapie. — Traitement du cancer de l'utérus et de quelques affections gynécologiques par l' — 803
— Une nouvelle méthode thérapeutique : l' —. . . . 1233
Optique. — Polarisation et — cristalline 836
Or. — L' — à Minas-Geraes (Brésil) 41
— Emploi du brome dans le traitement des minerais d' — 934
Organisme et Société. —. 662
Origine du Monde. — Sur l' —. Théories cosmogoniques des Anciens et des Modernes. 419
Orléansville. — Étude géologique des environs d' — . . 321
Oxydases. — Conférence sur une nouvelle classe de ferments solubles : les — 1074
Oxydations dans l'organisme. — Recherches expérimentales sur le mécanisme des — 883
Ozone. — La stérilisation des eaux par l' — 596

P

Paléontologie. — Grundzüge der — (Paläozoologie) . . 584
Paléontologie. — Essai de — philosophique (ouvrage faisant suite aux Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques 754
— La nouvelle galerie de — du Muséum 848
Papavéracées. — Recherches sur l'appareil végétatif des — 421
Parallellinien. — Die Theorie der — von Euklid bis auf Gauss. 349
Pêche. — Sur la grande — de la côte occidentale d'Afrique. 897
Péronosporées. — Recherches anatomiques sur les —. . 690
Pétrole. — Le —. Exploitation, raffinage, éclairage, chauffage, force motrice 882
Pharmacothérapie. — Leçons de —. I. Pharmacothérapie générale. Parasiticides (traduction française). 457
Pharynx nasal. — Thérapeutique des maladies des fosses nasales, des sinus de la face et du — 727
Philosophie chimique. — Sur la —. 1227
Phonographe. — Les récents perfectionnements du — . 193
Photographie de l'invisible. — La — 49
— La technique de la — :
I. Mode opératoire sans champ magnétique 391
II. Réduction du temps de pose par l'emploi de champs magnétiques non uniformes 407
Photographie des couleurs. — Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs 1216
Photographie. — La — moderne 1065
Phtisie. — Traitement rationnel de la — 175
Physiologie. — Revue annuelle de — 96
Physik. — Elementar Mechanik, als Einleitung in das Studium der theoretischen —. 454
Physik. — Lehrbuch der experimental — :
I. Allgemeine Physik und Akustik 265
II. Die Lehre von der Warme. 265
Physique. — Premier supplément au cours de — de l'Ecole Polytechnique de MM. Jamin et Bouty. Chaleur, acoustique, optique 545
— Revue annuelle de —. 568
— Traité de —. I. Optique. 725
Physique de l'électricité. — La — 491
Piacere. — Dolore e —, storia naturale dei sentimenti. . 755
Pisciculture marine. — L'état actuel de la — 237
Plantes agricoles. — Maladie des — et des arbres fruitiers et forestiers causées par des parasites végétaux, t. I. 41
Plantes ornementales. — La culture industrielle des — en Algérie. 707
Plombs argentifères. — Désargentation électrolytique des — 934
Poids et mesures. — Bureau international des —. Travaux et mémoires, t. X et XI. 660
Polarisation et Saccharimétrie 40
— et Optique cristalline. 836
Politique sanitaire. — L'orientation nouvelle de la —. . 1067
Ponts — Formules, barèmes et tableaux pour — sous rails et — routes à travées métalliques indépendantes. 583

POPULATION. — La — et les races en Tunisie 972
POUDRES OFFICINALES. — Micrographie des — 620
POUVOIR CALORIFIQUE. — des combustibles solides, liquides et gazeux 882
PRODUCTION DU LAIT. — Hygiène des animaux domestiques dans la — 1219
PRODUCTIONS COLONIALES. — Les — néerlandaises et le musée colonial de Haarlem 113
PROPAGATION DE LA CHALEUR. — Théorie analytique de la —. 368
PROSTATE. — Traité des maladies de la — et des vésicules séminales 229
PULVÉRISATION. — La — par la force centrifuge dans l'industrie stéarique. 934

Q

QUESTION SANITAIRE. — La — dans ses rapports avec les intérêts et les droits de l'individu et de la société. . 42

R

RADIATIONS NOUVELLES. — Les — Les rayons X et la photographie à travers les corps opaques. 369
— Les — 1216
RADIOGRAPHIE du corps entier d'un nouveau-né 556
RAPPORT $\frac{C'}{c}$ — Nouvelle méthode de détermination du — pour l'air et d'autres gaz 106
RAPPORT V. — Nouvelle détermination du — entre les unités électrostatiques et électromagnétiques . . . 923
RAYONS CATHODIQUES. — Les — et les rayons Röntgen. . 52
RAYONS RÖNTGEN. — Les rayons cathodiques et les —. . 52
— Une nouvelle espèce de — 59
— Sur les — 64
— Les vibrations longitudinales de l'éther à propos des — 65
— Recherches expérimentales sur les — 66
— Observations sur la formation des — 191
— Les faits nouvellement acquis sur les — 249
— Les hypothèses actuelles sur la nature des — . . . 253
— Expériences à tenter sur les — 258
— A propos des —. 277
RAYONS X. — Nouvelles recherches sur les propriétés et sur l'origine des — 499
— La Fluoroscopie — Applications des — à la vision directe des organes internes. 850
— La sensibilité de l'œil aux — 897
REBOISEMENT. — Les forêts et la question du — en Tunisie 1076
RÉFRIGÉRATION par circulation d'air sec 1262
ROUE HYDRAULIQUE. — La — Pelton 365
ROUES ÉLÉVATOIRES — Étude d'une usine élévatoire pour irrigations avec machines à vapeur et —. 787

S

SACCHARIMÉTRIE. — Polarisation et — 40
SALPINGITES. — Traitement des endométrites et des — au début par les vapeurs médicamenteuses. 423
SARDINE. — Le régime de la — . Programme pour le déterminer 429
SÉNÉGAL. — Le chemin de fer du — au Niger 1075
SENSIBILITÉ DE L'ŒIL. — La — aux rayons X 897
SEPTICÉMIE PÉRITONÉALE. — La — aiguë post-opératoire. 176
SERPENTS. — Immunisation against — venom and the treatment of Snake-bite with antivenene — 884
SERUM ANTIPESTEUX. — Le — du docteur Yersin 733
SERUM ARTIFICIEL. — Des injections de — 482
SERUMS. — Contribution à l'étude des — 322
SEXE. — La détermination du — 476
SINUS DE LA FACE. — Thérapeutique des maladies des fosses nasales, des — et du pharynx nasal 727
SNAKE-BITE. — Immunisation against Serpents venom and the traitement of — with antivenene. 884
SOCIÉTÉ. — Organisme et — 662
SOUDAN ORIENTAL. — Les relations de l'Égypte avec le — 1229
STÉRÉOCHIMIE. — Précis de — 1216
STÉRILISATION DES EAUX. — Le concours ouvert par la ville de Paris pour l'épuration et la — de rivière destinées à la boisson 489
— La — par l'ozone 596
STÉRILISATION PRATIQUE. — La — en chirurgie 838
STRABISME. — Manuel théorique et pratique du — . . . 621
SURCHAUFFE DE LA VAPEUR. — La — dans l'industrie . . . 701
SURFACES. — Leçons sur la théorie générale des — et les applications géométriques du calcul infinitésimal. 4e partie : Déformation infiniment petite et représentation sphérique, 1er fascicule 225
2e fascicule. 835
SURVIE. — Étude des phénomènes de — dans les muscles après la mort générale. 661
SYSTÈME NERVEUX. — Anatomie du — de l'homme 1218

T

TAPIDÉES. — Recherches physiologiques sur Tapes decussata et quelques — 107
TARDIGRADES. — Contribution à l'étude anatomique et biologique des — (genre Macrobiotus Schultze) 924
TECHNIQUE MICROSCOPIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE. — Précis de —. 546
TEINTURE. — Blanchiment et apprêts. — et impressions, matières colorantes. 226
TEMPÉRATURE DE L'AIR. — La mesure de la — injecté aux hauts-fourneaux 834
TEMPS DE POSE. — Réduction du — par l'emploi de champs magnétiques non uniformes 407
TENSIONS SUPERFICIELLES. — Sur les —. 436
TERRES RARES. — L'industrie des — 1074
THÉORIE DES NOMBRES. — Essai sur la — (Premiers éléments) 787
THÉRAPEUTIQUE CHIRURGICALE des affections de l'intestin, du rectum et du péritoine. 727
THÉRAPEUTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — Traité de —. 268
THERMOPHONES. — Les — du Pr Wiborg. 934
TISSERAND (F.) — La vie et les travaux de —. Leçon d'ouverture du cours de Mécanique céleste à la Sorbonne 1230
TORPILLEURS SOUS-MARINS. — Les — et le Goubet. . . . 316
TOUEURS. — Les nouveaux — à adhérence magnétique de M. de Bovet. 262
TOXINES BACTÉRIENNES. — Action des courants à haute fréquence sur les —. 184
TRACTION ÉLECTRIQUE. — Un nouveau mode de — : le tramway Claret-Vuilleumier. 331
TRACTION MÉCANIQUE. — La — à Paris. 1073
TRAMWAY. — Le — Claret-Vuilleumier. 331
TRAMWAYS. — Les —. Voie et matériel. 653
TRANSFORMATIONS. — Note sur les — en Géométrie. . . 1215
TRAVAUX D'ART. — Les aménagements agricoles et les grands — des Romains et Tunisie 954
TRAVAUX DE CAMPAGNE. 753
TRAVAUX GÉOGRAPHIQUES. — Bibliographie des —. . . . 849
TRAVAUX PUBLICS. — Les — du protectorat français en Tunisie 1165
TSETSE FLY-DISEASE. — Preliminary Report on the — or Nagana in Zululand 586
TUBERCULOSE. — Thérapeutique de la —. 493
— Traitement de la — par l'altitude. 547
TUBES FOCUS. — Sur les — employés en radiographie. . . 668
TUNISIE. — L'étude scientifique de la — 936
— La nature tunisienne. — Introduction géographique à l'étude de la —. 937
— L'Histoire en — 949
— Les aménagements agricoles et les grands travaux d'art des Romains en —. 954
— La population et les races en —. 992
— Vue générale de la — 1009
— Les conditions sanitaires et l'Hygiène en —. . . . 1038
— Géologie de la —. 1047

Tunisie. — Les mines et les carrières de la — dans l'antiquité 1054
— Exploitation des mines et des carrières en —. . . . 1056
— Les forêts et la question du reboisement en —. . . 1076
— L'acclimatation végétale en — et le jardin d'essai de Tunis. 1080
Les besoins généraux de l'agriculture en —, la culture des céréales et l'élève du bétail. 1087
— La viticulture en — 1101
— La culture de l'olivier en — 1105
Les conditions économiques et sociales de la colonisation agricole en — 1111
Les industries des indigènes en — 1118
— Les industries des Européens en — . . . 1128 et 1138
— Les rapports de la — avec le marché européen 1144
— Les relations commerciales de la — avec le Soudan 1151
— Les travaux publics du protectorat français en — . . 1165
— L'état actuel des services scientifiques et de l'instruction publique en — 1177
— L'esprit du protectorat français. L'œuvre administrative de la France en — 1182
— Notes statistiques sur la — 1201

U

Unités électrostatiques et électromagnétiques. — Nouvelle détermination du rapport V entre les — . . . 923
Urèthre. — Du cathétérisme rétrograde de l' — 322

V

Variables imaginaires. — Nouveaux exercices sur les —. 835
Venins. — Etat actuel de nos connaissances sur les, — production de l'immunité contre les — inoculés par mesure. 185
Verrerie. — L'état actuel et les besoins de la — et de la cristallerie en France. Historique, statistique, procédés généraux de fabrication. 68
Cristallerie, gobeletterie et flaconnerie. 79
Industrie du verre à vitres. Glacerie. Verrerie à bouteilles. Rôle de la science et du dessin dans les industries du verre. Questions économiques, sociales et ouvrières. 135
Hygiène des verriers. 171
Verriers. — Sur l'Hygiène des — 236
— Sur la pathologie des ouvriers — 428
Vésicules séminales. — Traité des maladies de la prostate et des — 229
Vessie. — Traité des tumeurs de la — 372
Vie. — Théorie nouvelle de la — 837
Vignes. — Les — américaines. Adaptation, culture greffages, pépinières. 546
Vin. — Le — et l'Eau de vie. 661

Z

Zanzibar. — Les Anglais à — 848
Zinc. — Manuel de chimie analytique appliquée aux industries du — et de l'acide sulfurique. 1066
Zoologie. — Revue annuelle de — 213

3077. — Paris. — Imprimerie Éthiou Pérou, rue de Damiette, 2, 4 et 4 bis.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 04470